التربية البيئية..تربية حتمية

أ.د. رمضان عبد الحميد محمد الطنطاوي
أستاذ ورئيس قسم المناهج وطرق التدريس
كلية التربية بدمياط- جامعة المنصورة
جمهورية مصر العربية

الناشـــــــــر : دار النهضة العربية للطبع والنشر والتوزيع
٣٢ ش عبد الخالق ثروت- القاهرة
تليفون : ٣٩٢٦٩٣١
فاكس : ٣٩٢٦٩٣١
رقم الإيـــــداع : ١٥٠٤٤/٢٠٠٠
الترقيم الدولـــــي : ISBN :977-5272-85-8
يطلب من المؤلف : تليفون ٢٥٢٤٦٩١(٠٥٠) (٠٢)
جميع حقوق الطبع والنشر محفوظة للمؤلف
الطبعة الثانية
١٤٢٥ هـ - ٢٠٠٤م

بسم الله الرحمن الرحيم

تقديم

السيد الأستاذ الدكتور / على ماهر العدل
نائب رئيس جامعة المنصورة السابق
لشئون خدمة المجتمع وتنمية البيئة

البيئة هى المحيط الحيوى للإنسان والحيوان والنبات ، ولقد خلقها الله صالحة لحيات هذه الأجناس جميعاً فى توازن تام ، ولكن حدث الخلل عندما تداخل الإنسان فى شئون الحياة المختلفة وبصفة خاصة مع بداية القرن العشرين مع بداية الصناعة لخدمة الحياة العصرية،وبذلك أصبح تلوث البيئة هو الوجه الآخر والمقابل للرفاهية الناشئة عن الصناعة ونمو العمران وظهور المخترعات الحديثة فالملوثات المختلفة التى تطلقها الصناعة فى كثير من الأحيان ، لا يمكن التحكم فيها أو معالجتها بالطريقة السليمة التى تمنع خطرها فتسبب تلك الملوثات أضراراً فادحة فى صحة الإنسان الذى هو أهم عناصر التنمية فى المجتمع ، وهذا الوضع يضع المجتمع فى حيرة بالغة أمام أمرين كلاهما مُر، وهما إما أن يعانى من آثار التلوث أو يُحرم من الرجاء والرفاهية التى تنتجها الصناعة المتقدمة .

ولذلك يهتم العالم بصفة عامة بهذا الأمر مع تناوله بالبحث والتحليل والدراسة ، والمؤلف الذى بين أيدينا عنوانه " التربية البيئية . . . تربية حتمية " يقدم دراسة موضوعية شاملة يتناول فيها مواضيع مهمة قسمها المؤلف إلى تسعة فصول ناقش فيها مواضيع على جانب كبير من الأهمية التى من الضرورى التعرف عليها بالدراسة والتحليل ففى الفصول الثلاثة الأولى تحدث عن البيئة بصفة عامة شارحاً أبعادها ومكوناتها والتوازن البيئى ودورات العناصر ، ثم تناول فى الفصل الرابع تلوث الهواء ومخاطره ، ثم فى الفصل الخامس تناول تلوث المياه ومخاطره ، وفى الفصل السادس تناول

تلوث التربة ومخاطره ، مقدماً فى هذه الفصول أسباب التلوث وأنوعه والإجراءات اللازمة للحد أو الإقلال منها ، وفى الفصل السابع تناول تلوث الغذاء ومخاطره على الإنسان ، ثم فى الفصل الثامن تناول التلوث الضوضائى ومخاطره على الإنسان ، وفى الفصل التاسع والأخير تناول بعض قضايا البيئة المعاصرة ذات الأهمية البالغة فى التنمية الاقتصادية والاجتماعية وبصفة خاصة أثر استنناف الثروة النباتية والحيوانية على التنمية المستدامة وحق الأجيال القادمة فى الثروات الطبيعية ، وتناول بعض المشاكل التى تواجه المجتمع البشرى كظاهرة التصحر وتآكل الأوزون .

ولذلك فإن هذا المُؤلف يعد مقدمة مهمة يجب أن يتعرف عليــها كل مثقف ، ليكون على علم ودراية بالبيئة التى يعيش فيها ليكون أكثر وعيا وفهما لما يواجهه حتى يكون على حذر ويتعاون جميع أفراد ومؤسسات المجتمع فى معالجة هذه المشكلات .

وفى النهاية فإن أتقدم بكل الشكر والتقدير للسيد الأستاذ الدكتور / رمضان عبد الحميد الطنطاوى أستاذ ورئيس قسم المناهج وطرق التدريس على المُؤلف الذى فيه فائدة كبيرة ، ليس فقط لطالب الجامعة بل لكل من يعيش على كوكب الأرض .

والحمد لله من قبل ومن بعد ...

فى ١١ سبتمبر ٢٠٠٠م

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة المؤلـــف للطبعة الأولى

الحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله وعلى آله وأصحابه أجمعين ومن اهتدى بهديه إلى يوم الدين ... وبعـــد

تعد قضايا البيئة ومشكلاتها من القضايا التى أصبحت تفرض نفسها على جميع المستويات والهيئات المحلية والإقليمية والدولية ، ويرجع ذلك إلى ظهور مشكلات تهدد حياه الإنسان والكائنات الحية الأخرى وتهدد كل مكونات البيئة الأخرى بالاستنزاف والخراب البيئى ، ولذا كان من الضرورى أن تتجه الأنظار إلى التعليم والتثقيف والتربية، ويأتى هذا الكتاب " *التربية البيئية ... تربية حتمية* " ليعطى للقارئ فكرة وفهماً أوسع عن التربية البيئية وأهدافها وتطور مفهومها وذلك فى الفصل الأول ، ثم يتناول الفصل الثانى البيئة ومفهومها ومكوناتها عارضاً لتطور علاقة الإنسان بالبيئة ، ثم يتناول الفصل الثالث مفهوم التلوث وتوازن النظم البيئية ودورات المواد ومسببات اختلال التوازن البيئى.

ثم تتناول الفصول من الرابع إلى السابع ، تلوث الهواء والماء والتربة والغذاء ومخاطره على الإنسان والبيئة ، وإجراءات الوقاية منه ، ويتناول الفصل الثامن التلوث الضوضائى ومخاطره ، ويأتى الفصل التاسع والأخير ليتناول بعض القضايا البيئية المعاصرة وهى مشكلة ندرة المياه ، والتصحر ، واستنزاف الثروة النباتية والحيوانية، وتآكل طبقة الأوزون.

ونرجو أن يفيد هذا الكتاب كل طالب علم وكل من يبحث عن بيئة نظيفة خالية من التلوث صالحة للحياة له وللأجيال القادمة من مصرنا الحبيبة ، وكل من يعيش على الكرة الأرضية.

وأخيراً ، أدعو الله أن أكون قد وفقت فى معالجة مادة الكتاب وتقديم ما يفيد القارئ ويخدم المكتبة المصرية والعربية.

وما توفيقى إلا بالله عليه توكلت وإليه أنيب ، والكمال لله وحده.

دكتـــور

رمضان عبد الحميد محمد الطنطاوى

المنصورة فى ١٦ سبتمبر ٢٠٠٠م

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة المؤلف للطبعة الثانية

تأتى الطبعة الثانية بعد مرور أربعة أعوام على الطبعة الأولى وما تزال قضايا البيئة كما هى محل اهتمام من كل فرد وكل مؤسسة بل وكل دولة ، ويتزايد الوعي لدى الجميع بمرور الوقت تتزايد المخاطر البيئية التي تحيط ببني البشر وتزايد وسائل المعرفة بالبيئة والمخاطر التي تتعرض لها ·

وقد جاءت الطبعة الثانية منقحة ومرتبة ومبوبة بصورة أفضل وروعي فيها ملاحظات القراء وطلاب العلم والمعرفة الذين شرف الكتاب باطلاعهم عليه . وندعو الله أن يكون فيه النفع لكل إنسان فى مصرنا الحبيبة وفى الوطن العربي كله ·

والله من وراء القصد والسلام ·

المؤلف

أ٠د/ رمضان عبد الحميد محمد الطنطاوى

المنصورة فى ٢٠٠٤/٩/١م

الفهـــــرس

الفصل الأول

لماذا التربية البيئية ؟

لماذا التربية البيئية ؟ . .

مقدمـــة :

لقد شهدت العقود القلائل المنصرمة اهتماماً وتصاعداً سريعاً للمشكلات البيئية على المستوى العالمى والمحلى وذلك بسبب حدة وجسامة المشكلات البيئية وتأثيراتها على موارد البيئة وحياة الإنسان والكائنات الحية الأخرى ونضوب الموارد غير الحية .

وقد شكل هذا التصعيد الخطير مصادر للقلق الشديد والواسع فى المؤسسات العالمية والدولية وبخاصة لدى المخططين التربويين ومطورى المناهج ، وقد اتضح أن الاهتمام المتزايد بالتربية البيئية كمجالٍ تعليمى وتربوى والتى تحظى بالأولوية فى كثير من دول العالم ترتكز على الجوانب الأساسية التالية :

أ- انه هناك وعى متزايد بالدور الحاسم الذى تلعبه البيئة السليمة فى بقاء الإنسان وتطوره .

ب- إعادة بناء البحث العلمى بشكل يؤكد على الرؤية الشاملة عند تقصى وضع معين بعيداً عن التخصصات الفرعية التى لا تعطى رؤية أوسع وأعمق لموضوع ما .

ج- الاتجاه نحو تحديث المناهج الدراسية فى كل من التعليم النظامى وغير النظامى لجعلهما أكثر ارتباطاً بالمشكلات والقضايا المجتمعية الراهنة والمستقبلية ، ولضمان بلوغ

درجة عالية من مشاركة الطلاب / الدارسين فى حل هذه المشكلات .

وأصبح الاهتمام بالتربية البيئية ككيانٍ متميزٍ قائمٍ بذاته واضحاً فى بداية عقد السبعينيات ، ولذا يمكننا الإشارة لهذا العقد بـــ (عقد التربية البيئية) وخلال تلك الفترة بدأت كثير من دول العالم ببذل الجهود الرامية لدمج مفاهيم التربية البيئية بنظمها التعليمية ، وبالإضافة لهذه الأنشطة والجهود المنفردة على مستوى الدول ، بُذلت جهود أخرى لتعزيزهما تحت رعاية الأمم المتحدة؛ ومن بين النتائج الهامة لتلك الجهود انعقاد مؤتمرات عدة منها مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة البشرية (ستوكهولم ، يونيو/حزيران١٩٧٢) والذى أبرز الحاجة لتطوير برنامج للتربية البيئية على المستوى الدولى ، وقادت إحدى توصيات هذا المؤتمر إلى تأسيس برنامج الأمم المتحدة للبيئة ، وقد أتاح هذا المؤتمر تنظيم مشغل للعمل الدولى للتربية البيئية والذى عقد فى بلجراد عام ١٩٧٥ والذى وضع إطاراً ومبادئ توجيهية للتربية البيئية على النطاق العالمى عرف فيما بعد بميثاق بلجراد . (١)

وقد حدد هذا الميثاق أهداف وغايات التربية البيئية فى :

أ- تحديد مفهوم العمل البيئى ، فى تحسين العلاقات البيئية : ومن بينها علاقة الإنسان بالطبيعة والبشر بعضهم ببعض . وهكذا فإنه يترك لكل أمة وفقاً لثقافتها أن توضح معنى المفاهيم

---

(1) International Workshop on Environmental Education. Belgrade. 13-22 October 1975. Final Report. Paris. UNESCO. 1976.

الأساسية مثل (نوعية الحياة) ، و (سعادة الإنسان) فى السياق البيئى الشامل ، مثل تحديد الأعمال والإجراءات التى تضمن صون وتحسين القدرات البشرية وتطوير قدرات البشر وتوفير الرفاهية الاجتماعية بنوع من التوافق والوئام مع البيئة الطبيعية والبيئية التى شيدها الإنسان من بيئة حضارية وثقافية وغيرها .

ب- هدف التربية البيئية : هو إعداد مواطنين مدركين ومهتمين ببيئتهم وبمشكلاتها ، مزودين بالمعرفة والمهارات والاتجاهات والدوافع والالتزام إزاء العمل على مستوى الفرد والمجتمع نحو إيجاد حلول للمشكلات البيئية الراهنة وتجنب وجود مشكلات أخرى قد تطرأ فى المستقبل .

ج- تحديد غايات التربية البيئية :

ترمى التربية البيئية لتحقيق الغايات التالية [١] :

١- الوعى : مساعدة الأفراد والجماعات على اكتساب الوعى والحساسية إزاء البيئة الكلية ومشكلاتها .

٢- المعرفة : مساعدة الأفراد والجماعات على اكتساب فهم أساسى بالبيئة الكاملة ومشكلاتها والمسؤولية المتكاملة تجاهها والحفاظ على مواردها والعنصر البشرى فيها .

---

[١] اليونسكو ، معهد اليونسكو للتربية بهامبورج – ألمانيا الاتحادية ، فى : البرنامج الدولى للتربية البيئية المشترك بين اليونسكو وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة ، سلسلة التربية البيئية ١٧ ، " دراسة مسحية مقارنة حول دمج التربية البيئية بالمناهج المدرسية "، ١٩٩٥. ص ص٦-٧

٣- المواقف : مساعدة الأفراد والجماعات على اكتساب القيم الاجتماعية والمشاعر القوية بالاهتمام بالبيئة والدوافع للمشاركة الإيجابية فى صونها وحمايتها .

٤- المهارات : مساعدة الأفراد والجماعات على اكتساب المهارات لحل المشكلات البيئية .

٥- تقييم القدرات : مساعدة الأفراد والجماعات على تقييم التدابير البيئية والبرامج التعليمية فيما يخص العوامل البيئية والسياسية والاقتصادية والاجتماعية والجمالية والتعليمية .

٦- المشاركة : مساعدة الأفراد والجماعات على تطوير الشعور بالمسؤولية الملحة إزاء مشكلات البيئة لضمان العمل الملائم لحل تلك المشكلات .

كما أدى مؤتمر بلجراد وما أسفر عنه إلى عقد مؤتمر حكومى للتربية البيئية والذى عقد فى تبليسى بالاتحاد السوفيتى السابق عام ١٩٧٧، والذى توصل إلى مجموعة من التوصيات التى اعتبرت من أهم الوثائق المتفردة حول التربية البيئية ومنها :

أ- توضيح أكثر لأهداف وغايات التربية البيئية التى سبق تحديدها فى مؤتمر بلجراد .

ب- تقديم بعض المبادئ والتوجهات الأساسية فى مجال التربية البيئية ومنها :

- أن تراعى برامج التربية البيئية البيئة بكاملها وجميع مكوناتها الطبيعية والتى صنعها الإنسان والجوانب الأخرى البيولوجية والاجتماعية (سواء منها الاقتصادية والسياسية والتقنية والثقافية والجمالية وغيرها) .
- أن تكون عملية مستديمة ومستمرة ، تبدأ من مرحلة ما قبل المدرسة الابتدائية وتستمر فى جميع مراحل التعليم النظامى وغير النظامى .
- أن تأخذ بمبدأ التكامل بين فروع المعرفة ، فتستعين بالمضمون الخاص بكل فرع منها لتيسير التوصل إلى نظرة شمولية متوازنة .
- أن تبحث القضايا البيئية الكبرى من وجهات نظر محلية ووطنية وإقليمية ودولية لكى تتكون لدى الطلاب صورة للظروف البيئية فى المناطق الأخرى .
- أن تركز على الأوضاع والقضايا البيئية الحالية والمحتملة، مع تعزيز قيمة وأهمية التعاون على المستوى المحلى والوطنى والدولى فى تلافى المشكلات البيئية وفى حلها .
- أن تراعى الجوانب البيئية صراحة فى خطط التنمية الاجتماعية والاقتصادية .
- أن تساعد برامج التربية البيئية ومناهجها الدارسين على اكتشاف أغراض المشكلات البيئية وأسبابها الحقيقية .

- أن تمكن الدارسين من الاضطلاع بدور فى تخطيط تجاربهم التعليمية وتعطيهم فرصاً لاتخاذ قرارات وتقبل عواقبها .
- أن تؤكد على تشعب المشكلات البيئية ومن ثم إلى ضرورة تنمـية التفـكير الناقـد والمهـارات المؤديـة لحل هذه المشكلات .

تطور مفهوم التربية البيئية :

مع أن عبارة أو مفهوم التربية البيئية ككيان متميز هى عبارة حديثة العهد نسبياً ، فإن البيئة والتعاليم المرتبطة شكلت مصدراً من مصادر التعلم منذ الأيام الأولى للحضارة البشرية ، وتجلى ذلك بوضوح فى الحضارة الإسلامية وبرغم بعض الاختلافات بين البشر فى تحديد مفهوم البيئة وصيانتها .

ومما نراه فى بعض الدول من التخلص من نفاياتها على الحدود أو بالقرب من الحدود الإقليمية للدول الفقيرة ، فإن الإسلام ينظر للبيئة وصيانتها نظرة أشمل وأعمق حيث يرى أن البيئة ملكية عامة للجميع ويجب المحافظة عليها وصيانتها حتى يستمر الوجود والبقاء فيقول الحق تبارك وتعالى :

﴿ ولا تفسدوا فى الأرض بعد إصلاحها ذلكم خير لكم إن كنتم مؤمنين ﴾
[الأعراف ٨٥]

ولم تقتصر نظرة الإسلام للبيئة على البعد المكانى لها ، بل شملت البعد الزمانى أيضاً فيقول الحق تبارك وتعالى :

﴿ قل سيروا فى الأرض فانظروا كيف بدأ الخلق ﴾ [العنكبوت ٢٠]

ويحفل القرآن الكريم بالكثير من الآيات التى تؤكد على أن الله هو وحده خالق البيئة ومنظمها ، وهو سبحانه وتعالى واضع النواميس التى تعمل على حفظ التوازن البيئى ، فيقول الحق سبحانه وتعالى :

﴿ والأرض مددناها وألقينا فيها رواسى وأنبتنا فيها من كل شئ موزون ۞ وجعلنا لكم فيها معايش ومن لستم له برازقين ۞ وإن من شئ إلا عندنا خزائنه وما ننزله إلا بقدر معلوم ۞ وأرسلنا الرياح لواقح فأنزلنا من السماء ماء فأسقيناكموه وما أنتم له بخازنين﴾ [الحجر ١٩-٢٢]

كما يلخص القرآن الكريم مفهوم الإتزان البيئى بقول الحق تبارك وتعالى :

﴿ إن كل شئ خلقناه بقدر ﴾ [القمر ٤٩]

﴿ قد جعل الله لكل شئ قدراً ﴾ [الطلاق ٣]

﴿ وخلق كل شئ فقدره تقديراً ﴾ [الفرقان ٢]

ومن هذه الأمثلة يتضح أن مفهوم البيئة والتوازن البيئى وصيانة موارد البيئة من الأمور التى أكد عليها القرآن الكريم ، وصون البيئة أحد الأبعاد الرئيسة فى التربية البيئية بل أهمها .

ومن فضل الله أنه خلق الإنسان وفضله على الكثير من خلقه ليكون خليفة فى الأرض يعمرها ويحسن استثمارها فيقول الحق تبارك وتعالى :

﴿ ولقد كرمنا بنى آدم وحملناهم فى البر والبحر ورزقناهم من الطيبات وفضلناهم على كثير ممن خلقنا تفضيلا ﴾　　　[الإسراء ٧٠]

ويقول سبحانه وتعالى : ﴿ والأنعام خلقها لكم فيها دفء ومنافع ومنها تأكلون . ولكم فيها جمال حين تريحون وحين تسرحون وتحمل أثقالكم إلى بلد لم تكونوا بالغيه إلا بشق الأنفس إن ربكم لرؤوف رحيم . والخيل والبغال والحمير لتركبوها وزينة ويخلق مالا تعلمون﴾
[النحل ٥-٨]

ويحثنا القرآن الكريم على حسن استثمار موارد البيئة والأخذ منها دون إسراف أو إفساد فيقول الحق : ﴿ ولا تسرفوا إنه لا يحب المسرفين ﴾
[الأنعام ١٤١.]

ولأهمية الماء أكد عليها الحق عزوجل بعدم الإسراف فى استهلاكه سواء للاستخدام الآدمى أو الزراعة أو الصناعة أو حتى فى مجال العبادات (الوضوء والإغتسال) فيقول الحق : ﴿ وكلو واشربوا ولا تسرفوا إنه لا يحب المسرفين ﴾ [الأعراف ٣١] ، ﴿ يا قوم اعبدوا الله وارجوا اليوم الآخر ولا تعثوا فى الأرض مفسدين﴾　[العنكبوت ٣٦]

ومن أحاديث الرسول صلى الله عليه وسلم ، ما يدعونا إلى استثمار موارد البيئة استثمار أفضل والحفاظ على ثرواتها بقوله صلى الله عليه وسلم : (ما من مسلم يغرس غرساً أو يزرع زرعاً فيأكل منه طيراً أو إنسان أو بهيمة إلا كان له به صدقة) رواه البخارى والترمذى .

وقوله صلى الله عليه وسلم : (لا يبولن أحدكم فى الماء الدائم ثم يتوضأ فيه فإن عامة الوساوس منه) .

وقوله صلى الله عليه وسلم : (اتقوا الملاعن الثلاث : البراز فى الماء وفى الظل وفى طريق الناس) .

والحديث الشريف فيه نهى عن تلويث المياه والتربة لمخاطرها التى نعلمها على الإنسان من الناحية الصحية ونقل الأمراض للآخرين ومن الناحية الجمالية أيضاً ؛ فتلوث المياه والمجارى المائية نتيجة التبرز والتبول فيها تتسبب فى تلويثها بكثير من الطفيليات التى تلوثها وتصيب الإنسان ، ويكفى منها البلهارسيا. أما التربة وهى طريق الناس ومكان مزرعهم وسيرهم فهى مكان ملائم لفقس الديدان التى تصيب الإنسان بالإسكارس وغيرها .

ومن أحاديث الرسول الكريم صلى الله عليه وسلم ما يدلنا على حسن الانتفاع وتنظيم الصيد قوله (ما من إنسان يقتل عصفوراً فما فوقها بغير حقها إلا يسأله الله عزوجل عنها. قيل : يا رسول الله وما حقها ؟ قال صلى الله عليه وسلم : أن يذبحها فيأكلها ولا يقطع رأسها ويرمى بها) .

كما أن لنا فى صحابة رسول الله صلى الله عليه وسلم القدوة والمثل فى الحفاظ على البيئة وثرواتها حيث جاء فى وصايا أبى بكر الصديق رضى الله عنه لجيش المسلمين إلى الشام قوله : " ولا تقطعن شجراً مثمراً ، ولا تحرقن نخلاً ولا تغرقنه " .

تلك أمثلة فقط تدلنا على أن مفهوم التربية البيئية مفهوم قديم قدم البشرية نفسها ومؤكد عليه فى تراثها وأعز ما تملكه من كنوزها ، لكن المجتمعات يصيبها ما يصيبها أحياناً من ضعف أو تخلف لسبب أو لآخر.

وكما هو معروف مع تطور العلم والتقنية تعقدت مشكلات البيئة بشكل أفسد بيئة الإنسان وهدد حياته وحياة الكائنات الأخرى معه ، وفى المدارس النظامية وخلال عقد السبعينيات ، كانت أصول التربية البيئية تظهر فى المناهج المدرسية حيث وجدت بعض عناصر مفاهيمها فى مواد دراسية تحت مسميات مختلفة مثل دراسة الطبيعة والعلوم الريفية والدراسات الميدانية والجغرافيا والأحياء ولكن المناهج كانت تعالج بعدين اثنين فقط من الأبعاد المتصلة بالبيئة وهما : التعلم من أو بواسطة البيئة ، والثانى التعلم عن البيئة، وغاب عن المناهج بعد حيوى ثالث هو التعليم من أجل البيئة ، فضلاً على أن طرق تدريس هذه المواد كانت تقتصر على نقل المعرفة المتعلقة بالحقائق البيئية بينما لم يرتكز محتوى هذه الكتب على مشكلات الحياة الواقعية ولم يكن أسلوب حل المشكلات واضحاً فى معالجاتها، كما كان الأخذ بالمدخل التكاملى فى معالجة المشكلات البيئية غائباً .

وأخذ الوضع يتغير فى السبعينيات ، وذلك عندما أخذت المناهج المدرسية فى الاهتمام أكثر فأكثر بالمشكلات البيئية كاستجابة للإعتبارات البيئية التى أبرزها المنادون بصون البيئة ، ونتيجة لذلك أصبح البعد الثالث - التعليم من أجل البيئة - يدمج شيئاً فشيئاً بالمناهج المدرسية

من خلال بعض المواد الدراسية التقليدية كالعلوم والجغرافيا ودراسة الطبيعة .

وقاد هذا الاتجاه نحو تطور مفهوم التربية البيئية ككيان محدد ، وإلى إعطائه تعريفاً أوسع إذ أصبح تدريسها يجب أن يتضمن بجانب المعرفة اكتساب المهارات والمواقف النفسية والعاطفية المتعلقة بالمشكلات البيئية ، كما تزايد الشعور بضرورة التأكيد على تطوير القيم الأخلاقية لتمكين الفرد من تولى مسؤولياته الشخصية المتعلقة بنتائج أعماله ، ومن الالتزام نحو تحسين البيئة وأصبح هذا المفهوم يعرف بـ " الخلق البيئى " .

وتوسع مفهوم التربية البيئية وأصبحت تعرف بأنها :

عملية إدراك القيم وتوضيح المفاهيم بغية تطوير المهارات والمواقف الضرورية لفهم وتقدير العلاقات التى تربط ما بين الإنسان وثقافته ومحيطه البيوفيزيائى ، والقدرة على ممارسة اتخاذ القرارات والصياغة الذاتية لنظام سلوكى بشأن القضايا المتعلقة بنوعية البيئة .

وعلى ذلك أصبح التأكيد اليوم على تحديد مشكلات البيئة وتحديد أبعادها ومسبباتها ومخاطرها وكيفية الوقاية منها وإبرازها فى المناهج الدراسية بكافة مراحل التعليم ، وعلى مختلف نوعياته ، وعلى مستوى الجامعات(*) بدأت بعض الجامعات تعتبر التربية البيئية فى بعض كلياتها مقرراً إجبارياً يدرسه الطالب قبل التخرج بعد أن كان مقرراً إختيارياً.

(*) من هذه الجامعات ، جامعة الملك سعود بالرياض وجامعة الملك خالد بأبها جنوب المملكة العربية السعودية وجامعة المنصورة بمصر وذلك فى كليات التربية بهذه الجامعات.

ولم يقف الأمر عند هذا الحد بل أن أصبحت هناك وزارات وهيئات وجهات عديدة معنية بالبيئة ومشكلاتها وكيفية معالجتها وصيانة مواردها ، ولذا وجب الاهتمام بها ، وهو ما سنعرض له فى الفصول القادمة .

الفصل الثانى

البيئة ... مفهومها ومكوناتها

البيئة .. مفهومها ومكوناتها

مقدمـــة :

ترجع علاقة الإنسان بالبيئة إلى أزمان بعيدة فمنذ نشأة الحياة على الأرض والإنسان يتفاعل مع بيئته ، إلا أن هذا التفاعل قد أخذ أشكالاً ومراحل متعددة كان فيها الإنسان ضعيفاً تارةً فكان تأثيره السلبى على البيئة محدداً ، وكان قوياً تارةً أخرى فوضح الأثر السلبى لتفاعل الإنسان مع البيئة ولعل هذه المراحل بدأت بمرحلة الجمع والالتقاط والتى كان الإنسان فيها يجمع طعامه وقوته من نتاج النباتات البرية من أوراق وثمار وألياف وغيرها شأنه فى ذلك شأن بقية الكائنات الحية العاشبة ، وفى هذه المرحلة لم يكن الإنسان قد عرف الاستقرار بعد ولم تكن تتطلب منه مشقة فى المجهود أو التفكير ، وكانت علاقة الإنسان ببيئته فى تلك المرحلة ذات تأثير محدود لا تتجاوز تأثير بقية الكائنات الحية الأخرى فى البيئة .

ثم تلى تلك المرحلة مرحلة أخرى هى مرحلة الصيد والقنص وأبرز ما فى هذه المرحلة هو معرفة الإنسان للنار وما ترتب عليها من نتائج ، منها معرفته لطعم اللحم المشوى نتيجة للحرائق التى تقام فى الغابات وهلاك الحيوانات فيها واستساغته لطعم الحيوانات المشوية على النيئة ، فبدأ يفكر بما هباه الله من عقل وفكر فى تصنيف الحيوانات وأنواعها وتتبع تحركاتها اليومية والموسمية ودورة حياتها وطرق تكاثرها ، ثم بدأ يفكر فى تطوير أساليب الصيد معتمداً على ما أتيح له

فى ذلك الوقت من تقنيات الصيد البسيطة وأسلحته المصنعة من خامات البيئة وعمل على تطويرها .

وجاءت بعد ذلك مرحلة استئناس الحيوانات والرعى وهى المرحلة التى بدأ الإنسان فيها يتفاعل مع البيئة بشكل يضمن له ولحيواناته العيش والبقاء ، ثم عرف الزراعة وإن كانت متنقلة ليضمن بها لنفسه وحيواناته احتياجاتها الغذائية .

وفى هذه المرحلة التى بدأت بالرعى والتنقل وانتهت بالزراعة ظهرت تحولات حضارية واجتماعية على قدر كبير من الأهمية فى حياة الإنسان أدت بدورها إلى مرحلة الزراعة والاستقرار وفى هذه المرحلة عرف الإنسان الزراعة المستقرة لا المتنقلة وهنا وجد الإنسان نفسه مضطراً إلى استكمال سيطرته على الظروف والأحوال البيئية لكى يضمن لزراعته وثروته الحيوانية الاستقرار والنمو ، وتغيرت أنماط الحياة وأساليب العيش فتغير ملبس الإنسان إلى الأفضل كما تغيرت معه أساليب الزراعة التى مارسها فى ذلك الوقت من الزراعة على مياه المطر فقط إلى الزراعة على مياه الأنهار ، فأقام السدود وشق الترع والقنوات ونظم أساليب الزراعة والرى واستخدام أدوات وآلات للزراعة والرى والحصاد ، وعرف أساليب تخزين المحاصيل الزراعية وبدأت معارفه تزداد بأحوال البيئة المناخية فشيد المساكن والقرى والمدن لتحميه من تغيرات الطقس والمناخ .

وفى هذه المرحلة كان تأثير الإنسان على البيئة تأثير المنظم والمطور للإستفادة وحسن الانتفاع ، ومع تطور العلم والتقنية نمت

معارف الإنسان وزادت معها أساليب التقنية الحديثة من قدراته ، فبعد أن كان يعتمد على قوته الفعلية أصبح يعتمد على الآلة كما أن الآلة نفسها تطورت بتطور العلم فبعد الشادوف والمحراث الذى تجره الثيران، أصبح هناك ماكينات الرى الحديثة والجرافات والجرارات وطائرات رش المبيدات وغيرها . فترتب على ذلك امتلاك الإنسان بقوة العلم والتكنولوجيا لناصية الأمور فاستخرج خيرات الأرض وكنوزها ، وما تخفيه البحار والمحيطات من ثروات واستخدمها . بل بالغ فى الاستخراج والاستخدام فعرف الفحم والبترول والتدفئة والاحتراق فظهرت مشكلة النفايات وتكدست المدن بتقدم المدنية الحديثة وترتب على ذلك ظهور مشكلات أخرى منها مخلفات الإنسان وما أقامه من مصانع وما يستخدمه من وسائل النقل والمركبات . فظهرت العلاقة التفاعلية السلبية بين الإنسان والبيئة وهى ما يسميه البعض مرحلة التصنيع أو عصر التقدم العلمى والتقنى ، ونتج عن ذلك كثير من المشكلات البيئية التى فاقت استيعاب الأنظمة البيئية لها ، وفاقت قدرة الإنسان نفسه فى السيطرة عليها ومن هذه المشكلات مشكلة التلوث البيئى ، ومشكلة الجوع ونقص الغذاء ، ومشكلة التزايد السكانى المضطرد ، وتناقص كبير فى مساحات الأراضى الزراعية وتقلص المساحة الخضراء وانقراض الغابات وموت أعداد كبيرة من الحيوانات وانقراضها .

مفهوم البيئة :

تتعدد البيئات وتتنوع طبقاً لظروف معينة ، منها طبيعة الكائنات التى تعيش فيها والظروف التى تحكمها فى الحياة . فهناك البيئة

الصحراوية والبيئة الساحلية والبيئة الزراعية والبيئة الحضرية ، كما أن الوسط المائى يعتبر بيئة متسعة منها بيئة المياه العذبة وبيئة المياه المالحة ، وهناك نظم بيئية متسعة مثل البيئة البحرية ونظم بيئية صغيرة جداً مثل بركة الماء الراكدة وعلى كل حال فإن البيئة هى كل ما يحيط بالكائن الحى من موجودات سواء كانت حية أو غير حية وهى كالإطار الذى يمارس فيه الكائن الحى حياته ونشاطاته المختلفة .

ومن أمثلة العوامل (المكونات) غير الحية والتى تحيط بالكائن الحى والوسط المحيط هى : الهواء ، والماء ، والحرارة ، والضوء والرطوبة .

أما العوامل (المكونات) الحية مع بعضها البعض من نفس الجنس أو من الأنواع والأجناس الأخرى ولكى يستمر الكائن الحى فى حياته فهذا يعنى تفاعله تفاعلاً إيجابياً مع كل العوامل (المكونات) الحية وغير الحية المحيطة له بما يوفر له الطاقة والمواد اللازمة للحياة .

كما عرّف مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة البشرية والذى عقد فى استوكهولم عام ١٩٧٢ البيئة بأنها رصيد الموارد المادية والاجتماعية المتاحة فى وقت ما وفى مكان ما لإشباع حاجات الإنسان وتطلعاته .

ومن العرض السابق يمكن تقسيم البيئة إلى :

البيئة الطبيعية :

وهى تشمل الماء والهواء والتربة والمعادن ومصادر الطاقة والأحياء بكل صورها وأنواعها ؛ أى أنها مجموعة الموارد الطبيعية

التى وجدت فى الطبيعة بالإضافة إلى الكائنات الحية على اختلافها من إنسان وحيوان ونبات .

البيئة المستحدثة :

وهى تشمل ما شيده الإنسان من مبانٍ ومنشآتٍ وطرق ومؤسسات ومناطق سكنيةٍ وصناعيةٍ وموانى ومطارات وغيرها من البنية الساسية.

وأهم ما يميز البيئة الطبيعية هو توازنها واستقرارها ، فإذا حدث تغير ما فى أحد عناصر (مكونات) البيئة الطبيعية فإنها تعمل بصورة ما على استفادة هذا التغير وتوازنه مرة ثانية ، فإذا ما حدث حريق فى إحدى الغابات فإنه ينتج عن ذلك تغيرات منها : موت وحرق عدد كبير من الأشجار وربما موت أعداد من الحيوانات وتشريدها وزيادة نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون ونقص نسبة غاز الأكسجين ولكن بعد فترة زمنية تطول أو تقصر تعود النباتات إلى النمو والإزهار مرة أخرى وتعود إليها حيواناتها لترعى وتستقر وتتكاثر مرة ثانية وسرعان ما تعود نسبة غاز الأكسجين إلى ما كانت عليه بفضل عملية البناء الضوئى التى يقوم بها النبات .

ويرى العلماء والمهتمون بدراسة البيئة أن هذا التوازن شئ حقيقى وقائم بالفعل بين العناصر المكونة ، وهم يعبرون عنه باسم النظام البيئى Ecosystem ، وهو ما يمكن تعريفه بأنه وحدة طبيعية متكاملة تشمل الأحياء الموجود والعوامل الطبيعية غير الحية والتى تتفاعل مع بعضها حتى تنتج فى النهاية نظاماً ثابتاً مستقراً تتبادل فيه

المواد الحية وغير الحية المنفعة فى نظام دقيق ومتوازن لتستمر الحياة، ومن أمثلة النظم البيئية (الغابة ، النهر ، البحيرة ، البحر) .

ومن الملاحظ أن البيئة الطبيعية تحتوى على أربع مجالات أو أنظمة ترتبط وتتفاعل وتتوازن مع النظم الأخرى وهى :

(١) الغلاف الأرضى :

ويشمل الأرض بأغلفتها وطبقاتها وما يحدث لها من تغيرات ، وللأرض مكوناتها حيث تنجذب المواد الثقيلة نحو مركز الأرض مكونةً لبها الداخلى ، وتتجمع المواد الأقل كثافةً عند سطح الأرض لتكون قشرتها الخارجية وبين مركز الأرض وقشرتها الخارجية طبقات أخرى متوسطة الكثافة تعرف بالوشاح ، وللعلاقة المباشرة وغير المباشرة بين مكونات الأرض وما يحدث عليها من ظواهر جيولوجية ، فإن هذا يتطلب إعطاء فكرةٍ مبسطةٍ عن تركيب وخصائص طبقات الأرض وذلك على النحو التالى :

(أ) القشرة الأرضية : Earth's Crust

وتتكون القشرة الأرضية من كل من القشرة القارية والمحيطية، ويصل متوسط سمكها إلى ٢٠كم ، إلا أنها تصل إلى أكبرِ سمكٍ لها فى عدد من المناطق الجبلية حيث يزيد سمكها عن ٦٠ كم ، ويختلف تركيب وخواص القشرة القارية عن المحيطية ، حيث تتكون الصخور القارية بصفة أساسية من عناصر السيليكون (٧٠%) والبوتاسيوم والصوديوم وتبلغ كثافتها حوالى ٢,٨% جم/سم^{٣}، وسرعة الموجات الزلزالية بها

٧ كم/ثانية تقريباً ، بينما تتكون الصخور المحيطية أساساً من عناصر السيليكون (٤٠%) والمنجنيز، وتتراوح كثافتها بين ٢,٩ جم/سم٣ إلى ٣,٤ جم/سم٣ ، وتصل سرعة الموجات الزلزالية بها إلى حوالى ٧ كم/ثانية .

(ب) الوشـــاح : Mantle

تشكل طبقة الوشاح أكثر من (٨٠%) من حجم الكرة الأرضية، ويبلغ سمكها حوالى ٢٨٨٥ كم ، وهى عبارة عن جسم صلب لدن. يشغل الجزء العلوى من طبقة الوشاح غلاف من الصخور الضعيفة يسمى بالغلاف الواهن يتراوح عمقه بين ١٠٠ كم إلى ٧٠٠ كم ، إلا أن الجزء العلوى فقط من هذا الغلاف (١٠٠ كم إلى ٢٥٠ كم) يحتوى على صخور منصهرة أو أقرب إلى درجة الإنصهار من الصخور التى فوقها أو التى تحتها. كما يوجد هذا الجزء تحت القشرة المحيطية وأجزاء من القشرة القارية فقط ، وتنشأ منه بعض الصخور المنصهرة المصاحبة للنشاط البركانى ، كما تتحرك فوقه صفائح القشرة الأرضية متقاربة أو متباعدة أو منزلقة بعضها إلى بعض. ويوجد وسط فاصل بين السطح السفلى للقشرة الأرضية والسطح العلوى لطبقة الوشاح يسمى وسط موهو **Moho Discontinuity** يتراوح عمقه بين ١٠ إلى ١٠٥ كم عن سطح الأرض ، وتتميز صخوره بكثافة عالية ، وطبيعة غير صلبة تزداد سرعة الموجات الزلزالية خلالها مع تغيير الصفات المميزة لها.

(جـ) اللـب : Core

يبلغ قطر اللب حوالى ٣٤٨٦ كم ويمتد من الطرف السفلى لطبقة الوشاح إلى مركز الأرض ، ويمثل حوالى ١٦% من حجم الأرض ، و٣٣% من وزنها ويتركب اللب من نطاق خارجى سائل يبلغ سمكه حوالى ٢٢٧٠ كم ، وكتلته داخلية صلبة يبلغ نصف قطرها حوالى ١٢١٦ كم ، وتبلغ كثافة صخور اللب عشرة أضعاف كثافة الماء ، إلا أنها تصل عند المركز إلى ١٣,٥ جم/سم^{3} كما تتراوح درجة حرارته بين ٣٠٠٠° إلى ٥٠٠٠°.

(٢) الغلاف المائى :

ويشمل البحار والبحيرات العذبة والمالحة والأنهار والمياه الجوفية والينابيع ، ويشغل الماء أكبر حيز فى الغلاف الحيوى للأرض ، وهو أكثر مادة منفردة موجودة به ، إذ تبلغ مساحة المسطحات المائية نحو ٧٠,٨% من مساحة الكرة الأرضية ، والمخزون الرئيسى للمياه يوجد فى البحار والمحيطات فى صورة مياه مالحة ، والحكمة فى كون الجزء الأكبر من المياه فى الكوكب الأرضى مالحا هو ضمان عدم فساد هذه المياه ، لأن المياه غير المالحة بمرور الزمن ، تصبح مأوى للبكتريا والأحياء المائية الدقيقة ، ومن ثم تكون عرضة للفساد والعفونة، وبخاصة مع الدفء ، وتبلغ كمية المياه على سطح الأرض حوالى ١٤٠٠ مليون كيلومتر مكعب ، أى ما يعادل 10^{18} طن ، وأكثر من ٩٧% من هذه الكمية هو مياه البحار والمحيطات والنسبة الباقية

٣% تشمل المياه الجليدية الموجودة فى جبال الجليد بالقطبين والأنهار الجليديـــة والمياه الجوفية والعذبة الموجودة فى الأنهار والبحيرات العذبة ، وتمثل مساحة الوطن العربى حوالى ٤,٩% من مساحة العالم ، بينما يمتلك أقل من واحد بالمائة من المخزون العالمى للمياه (حوالى ٠,٧١%) وهذا يوضح أن الوطن العربى فقير من حيث كمية المياه العذبة فأقل من نصف مساحة الوطن العربى (٤٣%) تقريباً تغطيها الصحارى القاحلة ، ويمكن تقســيم مصادر المياه فى الوطن العربى إلى نوعين همـــا :

(أ) مياه سطحية :

وهى التى تشمل الأودية الموسمية وبعض الأنهار الدائمة الجريان مثل نهر النيل ، والذى ينبع أحد فروعه من النيل الأبيض من بحيرة فيكتوريا وفرعه الثانى وهو النيل الأزرق وينبع من بحيرة تانا وهاتان البحيرتان تقعان فى أثيوبيا ، أما نهرا دجلة والفرات فينبعان من هضبة الأناضول فى تركيا ويمران بسوريا والعراق .

(ب) مياه جوفية :

تنتشر المياه الجوفية فى مناطق مختلفة من الوطن العربى ولكن هذه المياه تتفاوت درجة ملوحتها من مياه عذبة إلى مالحة وشديدة الملوحة ، فالمياه الجوفية فى الشواطئ الشرقية للبحر المتوسط ذات درجة ملوحة منخفضة بينما

مياه شبه الجزيرة العربية الجوفية ذات درجة ملوحة متوسطة إلى شديدة الملوحة .

(٣) الغـلاف الغـــازى أو الهـــوائى : Atmosphere

وهو الغلاف الغازى الذى يحيط بالكرة الأرضية ، من جميع أقطارها وأرجائها ، ويرتبط بها ويشركها فى دورانها الدائم والمستمر خلال فصول السنة ، ولما كانت النسبة العالية فى مكونات هذا الغلاف هى الغازات استطعنا أن نطلق عليه الغلاف الغازى أو الجوى ، كما تجدر الإشارة إلى أن نسبة الهواء ليست متجانسة فى جميع طبقات هذا الغلاف ، فإذا كانت كمية هواء الغلاف الجوى الموجودة فى نطاق عشرين كيلومترا من سطح الأرض تقدر بنحو تسعة أعشار كمية هواء الغلاف الجوى فإن نصف هذه الكمية يوجد فى نطاق الخمسة كيلومترات التى تعلو سطح الأرض ، فى حين يوجد ثلاثة أرباع هذه الكمية فى نطاق العشرة كيلومترات التى تعلو سطح الأرض. أى ان كثافة الهواء فى الغلاف الجوى تنخفض رأسياً ، ولو كانت جاذبية الأرض على الهواء ضعيفة لرق الغلاف الجوى أو تلاشى ، فالكواكب الصغيرة ذات الجاذبية الضعيفة لا جو لها تقريباً مثل كوكب عطارد .

ويلعب الغلاف الجوى دوراً رئيسياً فى حفظ درجة حرارة الأرض من الانخفاض الشديد الذى قد تتعذر الحياة معه ، كما يقوم الغلاف الجوى بالعديد من الوظائف الأخرى حيث يزود الإنسان بالهواء اللازم لتنفسه كما يوفر له الحماية بتلطيف حرارة الشمس أثناء النهار. كذلك فإنه يعوق تسرب الحرارة من الأرض إلى الفضاء فتبقى الأرض دافئة

نسبياً أثناء الليل ، هذا بالإضافة إلى منع وصول الأشعة الكونية الضارة بالإنسان إلى الأرض .

طبقات الغلاف الجوى :

يتألف الغلاف الجوى من عدة طبقات ، بعضها فوق بعض وتغلف كا منها الطبقة التى تحتها وهى على النحو التالى :

(أ) طبقة الجو السفلى Troposphere التروبوسفير :

وهى أولى طبقات الغلاف لجوى مما يلى سطح الأرض ويصل متوسط ارتفاعها من ١٠ إلى ١٧ كيلومتر ، ومعنى هذا أن هذه الطبقة ليست متساوية السمك فى كل أجزائها ، وإنما تختلف باختلاف الموقع على سطح الأرض ، فيبلغ سمك هذه الطبقة أقصاه (من ١٠ إلى ١٧ كم) فوق خط الاستواء ، كما تبلغ ٩ كيلومترات فوق كل من المنطقتين القطبيتين ، وتحدث فى هذه الطبقة التقلبات المناخية من رياح وأمطار وسحب وعواصف ، وتنخفض درجة الحرارة كلما ارتفعنا عن الأرض إلى أعالى التربوسفير ، ويبلغ أدنى مستوى لها ، أى حوالى ٦٠ درجة مئوية تحت الصفر فى أعلاه ، وتقل كثافة الهواء كلما ابتعدنا عن سطح الأرض ، بحيث تصعب عملية التنفس على ارتفاع ٧ أو ٨ كم حيث تدخل فى كل عملية شهيق على هذا الارتفاع إلى الجسم كمية من الأكسجين أقل منها على سطح الأرض وتحتوى هذه الطبقة على٧٥-٨٠٪ من كتلة الهواء الجوى .

أهم مميزات طبقة التروبوسفير :

١- تنفرد هذه الطبقة باحتوائها على بخار الماء دون الطبقات التى تعلوها .

٢- تمتاز هذه الطبقة بالتذبذب الحرارى وبخاصة كلما ارتفعنا عن سطح الأرض، ويقدر معدل انخفاض درجة الحرارة بنحو ٠,٦ درجة مئوية كلما ارتفعنا مائة متر عن سطح الأرض، فإذا كانت درجة حرارة الجزء الأسفل من هذه الطبقة والملامس لسطح الأرض ٢٦°م عند خط الاستواء، ٢٣°م تحت الصفر فى القطب الشمالى ، فإن درجة حرارة الجزء العلوى من هذه الطبقة تكون ٦٥°م تحت الصفر عند خط الاستواء ، ٧٠°م تحت الصفر عند القطب الشمالى .

(ب) طبقة الجو فوق السفلى Stratosphere الستراتوسفير :

وتعلو هذه الطبقة طبقة الجو السفلى والتى تمتد بمتوسط يتراوح بين ١١-١٧ كم إلى حوالى ٥٠-٥٥ كم فوق سطح الأرض، وتمتاز هذه الطبقة بعدة ميزات منها : أنه لا يوجد بها أى أثر لبخار الماء ، ترتفع درجة الحرارة بها لتصل إلى ١٠-٣٠°م ، وتحتوى هذه الطبقة على غاز الأوزون (O_3) ويلعب الإشعاع الشمسى دوراً رئيساً فى تكون غاز الأوزون حيث يحدث اتحاد بين الأكسجين الجزيئى (O_2) والأكسجين الذرى (O) بواسطة الطاقة الشمسية ، وبخاصة الأشعة فوق البنفسجية ،

ويتم هذا التحول فى تفاعل خاص يطلق عليه " التفاعل الكيموضوئى Photochemical reaction ويحدث كما يلى :

O_2 —طاقة شمسية→ $O + O$ (أكسجين ذرى)

$O_2 + O$ —طاقة شمسية→ O_3 (الأوزون)

ويرجع ارتفاع درجة حرارة هذه الطبقة إلى هذه العمليات المتتابعة ، ذلك لأن جزئيات الأوزون جزيئات غير ثابتة ، فعندما تمتص الأشعة فوق البنفسجية تتفكك وتنحل إلى جزئ أكسجين وذرة أكسجين ، وعندما تعود هذه الجزيئات لتكون الأوزون مرة أخرى فإن الطاقة تنطلق منها فى صورة حرارة وبهذا يكون ناتج امتصاص الأشعة الكونية فوق البنفسجية هو انطلاق الحرارة .

أهمية غاز الأوزون :

١- تعمل طبقة الأوزون كمرشح ضخم يتم من خلاله تنقية أشعة الشمس والحد من تلك الأشعة البنفسجية والأضرار البالغة التى يمكن أن تسببها لجميع الكائنات الحية .

٢- لغاز الأوزون بعض الاستخدامات فى مجال الصناعة كمادة مبيضة ، كما أنه يستخدم فى قتل الجراثيم وتعقيم المياه. ويتصف غاز الأوزون بأنه سام للإنسان حتى ولو بدرجة تركيز ضعيف وله رائحة مميزة ولكنه برغم سميته وأخطاره فإن له أهمية قصوى للحياة على كوكب الأرض كما سبقت الإشارة ،

ويعد تحطيم طبقة الأوزون من أهم المشكلات.البيئية التى ظهرت فى الأعوام الأخيرة والتى سيرد تفصيلها فى الفصول القادمة .

(ج) طبقة الجو الوسطى Mesophere الميزوسفير :

وتمتد هذه الطبقة من ارتفاع ٥٠ كم إلى ٨٠ كم فوق سطح البحر وقد اعتبرت هذه الطبقة متوسطة بالنسبة للطبقة السابقة واللاحقة ، على أساس أن درجة الحرارة فى كل منهما مرتفعة ، فى حين نجدها فى هذه الطبقة منخفضة ، ويلاحظ انخفاض درجة الحرارة فى هذه الطبقة انخفاضاً كبيراً ، فهى تتناقص بالارتفاع عن سطح البحر حتى تصل إلى ١٣٨° تحت الصفر ، وهى أقل درجة حرارة فى طبقات الغلاف الجوى كله .

وأهم ما يميز هذه الطبقة هو انخفاض درجة الحرارة وكذلك انخفاض الضغط الجوى حيث ينخفض بها ضغط الهواء حتى يصل فى حدودها العليا إلى أقل من ٢٠٠ مرة مما هو عليه عند سطح الأرض .

(د) الطبقة الحرارية أو المتأينة :
Thermosphere or Ionosphere

وتمتاز هذه الطبقة بارتفاعها الشديد فى درجات الحرارة ، ولذلك يطلق عليها الطبقة الحرارية ، ويتضح ذلك جلياً إذا ما علمنا أن درجة حرارة هذه الطبقة ترتفع إلى أكثر من ألف درجة، وذلك لأن الأكسجين الذرى الموجود بهذه الطبقة يمتص الأشعة الكونية فوق البنفسجية فترتفع درجة حرارته ويؤدى ذلك إلى

انبعاث عمليات شحن الذرات والإلكترونات ، وهو ما يعرف بالتأين الشديد للهواء ، وترجع أهمية هذه الطبقة إلى الاستفادة بها فى الاتصالات اللاسلكية نظراً لمقدرتها على انعكاس الموجات اللاسلكية ، وإعادتها إلى الأرض .

(هـ) طبقة الجو الخارجية Exosphere أكسوسفير :

وهى أعلى منطقة فى الغلاف الجوى للأرض هى تمتد حتى تصل إلى ارتفاع ٤٨٠ كم فى الفضاء الخارجى ، وهذه الطبقة تحتوى على جزء ضئيل فقط من الغازات الموجودة فى الغلاف الجوى ، ونتيجة لذلك فإن الضغط الجوى بها يكون ضعيف جداً حيث يكون الضغط الجوى فى الجز الأسفل من هذه الطبقة واحد على مليون من مقدار الضغط الجوى على سطح البحر ويعتبر غاز الأيدروجين هو الغاز السائد والمنتشر فى هذه الطبقة.

(٤) المجال (الغلاف) الحيوى للكرة الأرضية :

وهو يشتمل على جميع الأماكن التى يمكن أن توجد أو تعيش بها أى صورة من صور الحياة المعروفة لنا على الأرض ، ويتكون الغلاف الحيوى من جميع الكائنات الحية وفى مقدمتها الإنسان ، وتشتمل الكائنات النباتية أو الحيوانية والتى تعيش فى الماء أو الهواء أو تحت أو فوق سطح التربة .

ويمكن تقسيم الكائنات الحية إلى قسمين رئيسيين هما :

(أ) كائنات حية ذاتية التغذية :

وهى الكائنات الحية التى تستطيع بناء غذائها بنفسها من مواد غير عضوية بسيطة بواسطة عمليات البناء الضوئى والتى تقوم بها النباتات الخضراء بدءاً من الطحالب الخضراء إلى الأشجار الضخمة ، حيث تمتص غاز ثانى أكسيد الكربون من الهواء والماء من التربة وتصنع منهما معاً فى وجود مادة الكلوروفيل وتحت تأثير أشعة الشمس جميع أنواع المركبات العضوية من كربوهيدراتية ودهنية وبروتينية بالامتصاص إلى غاز الأكسجين .

(ب) كائنات حية غير ذاتية التغذية :

وهى الكائنات الحية التى لا تستطيع تكوين غذائها بنفسها وتضم الكائنات المستهلكة والكائنات المحللة، فآكلات الحشائش مثل الحشرات وبعض الحيوانات التى تتغذى على الأعشاب كائنات مستهلكة تعتمد على ما صنعه النبات وتحوله فى أجسامها إلى مواد مختلفة تبنى منها أنسجتها وأجسامها وتسمى مثل هذه الكائنات " المستهلك الأول " والحيوانات التى تتغذى على الحشرات الصغيرة تعد كائنات غير ذاتية التغذية أيضاً ولكنها تسمى " المستهلك الثانى " لأنها تعتمد فى غذائها على المواد المكونة لأجسام الحشرات والتى نشأت بدورها من أصل نباتى، أما الكائنات المحللة فهى تعتمد فى تغذيتها على تحلل بقايا الكائنات النباتية والحيوانية وتحولها إلى مركبات بسيطة تستفيد منها النباتات، ومن أمثلتها : البكتريا والفطريات وبعض الكائنات المترممة .

الفصل الثالث

التلوث وتوازن النظم البيئية

التلوث وتوازن النظم البيئية

مقدمـــــة :

نشأ الإنسان الأول فى بيئة طبيعية كانت تزيد مواردها كثيرا عما يتطلبه من احتياجات فى مأكله ومشربه وملبسه وغيرها ، ومن هنا كان اعتماد الإنسان على وسائل بدائية فى تعامله مع البيئة وفى صيد حيواناتها وكان هناك نوع من التفاعل غير المخل بعناصر البيئة ، ولم يكن تأثيره السلبى واضحا فى البيئة المحيطة به .

وعندما اكتشف الإنسان النار وتعلم الزراعة ، وبدأ التحكم فى البيئة المحيطة به ، عن طريق العلم والتقنية ابتدع أنظمة جديدة للرى واستخدم أساليب تعد حديثة ، فأقام القناطر وشيد السدود للتحكم فى مياه الأنهـــــار ومناسبها والسيطرة عليها ، وأدخل الآلات فى الزراعة والإنتاج ، ومن هنـــا بدأ السيطرة على البيئة بشكل أكبر ، كما أحرز الإنسان تقدما فى مجـــالات الصناعة والنقل والصحة ، ففى مجال التصنيع بدأ الإنسان فـــى اســتخراج موارد البيئة واستخدامها بشكل متزايد مما يشكل عبء على موارد البيئة يصل إلى حد الاستنزاف خصوصا تلك الموارد المتجددة مثل : الفحم وزيــت البترول وبعض الخامات المعدنية والمياه الجوفية وهى الموارد الطبيعية التى تحتاج فى تكوينها إلى فترات زمنية طويلة ولا يمكن تعويضها فى حيـــــاة الإنســــان .

وقد صاحب هذه الثورة الصناعية ظهور أصناف جديدة من الموارد والمركبات الكيميائية لم تكن معروفة من قبل ، فتصاعد بعض الغازات الضارة من نواتج الاحتراق ومن مداخن مئات المصانع وغيرها من وسائل النقل فلوثت البيئة، كما أن أساليب التخلص من مخلفات المصانع ونفاياتها لم تكن تراعى جوانب البيئة فألقت المصانع بمخلفاتها ونفاياتها الكيميائية السامة فى المجارى المائية من أنهار وبحيرات وبحار .

كما أسرف الناس فى استخدام المبيدات الحشرية ، والمخصبات الزراعية ، وأدى كل ذلك إلى تلوث البيئة بكل صورها ، فتلوث الهواء والماء والتربة ، واستهلك كثير من الموارد إلى غير رجعة ، وتناقصت مساحة الأراضى الزراعية وأصبحت بعض الأرض غير قادرة على الإنتاج .

ومما زاد المشكلة أيضا مع تناقص الموارد ومكوناتها تزايد تعداد السكان بشكل كبير نتيجة طبيعية للتقدم العلمى وزيادة الوعى الصحى ، ولكن المشكلة أنه لم يصاحب ذلك وعى بيئى كاف، كما صاحب التزايد الهائل فى السكان طلبا متزايدا على الغذاء وبقية الموارد البيئية الأخرى حيث وصل تعداد سكان العالم إلى ٦ مليار نسمة .

وأصبح التلوث ظاهرة نشعر بخطورتها جميعا ، فلم تعد النظم البيئية قادرة على استيعاب المزيد من الملوثات أو تجديد مواردها الطبيعية، فاختل التوازن بين عناصر النظم البيئية .

مفهوم التلوث : Concept of Pollution

لقد تعددت التعريفات التى تتناول التلوث البيئى ولكنها جميعا تدور حول نفس المعنى وهو وجود مادة غريبة تفسد مكونا أو أكثر من مكونات البيئة وتجعله غير ملائم لحياة الكائنات الحية ويؤثر على بقية عناصر البيئة الحية وغير الحية ، أو زيادة نسبة مادة ما عن معدلها الطبيعى بشكل يحدث خللا .

فيعرف خبراء البنك الدولى التلوث بأنه « كل ما يؤدى نتيجة التكنولوجيا المستخدمة إلى إضافة مادة غريبة إلى الهواء أو الماء أو الغلاف الأرضى فى شكل كمى تؤدى إلى التأثير على نوعية الموارد وعدم ملاءمتها وفقدانها خواصها أو تؤثر على استقرار استخدام تلك الموارد »[١] .

كما يعرف محمد أرناؤوط التلوث البيئى بأنه عبارة عن الحالة القائمة فى البيئة الناتجة عن التغيرات المستحدثة فيها والتى تسبب للإنسان الإزعاج أو الأضرار أو الأمراض أو الوفاة بطريقة مباشرة أو عن طريق الإخلال بالأنظمة البيئية . وتعرف مسببات التلوث (من بيكربونات أو غازات أو مواد صلبة أو سائلة وغيرها) بالملوثات .

---

[١] عن : حسن أحمد شحاته : التلوث البيئى فيروس العصر . المشكلة أسبابها وطرق مواجهتها ، ط١ ، القاهرة ، دار النهضة العربية للطباعة والنشر والتوزيع ، ١٩٨٨ . ص٥١ .

ويعرف أحمد مدحت إسلام ، التلوث البيئى بأنه هو كل ما يؤثر فى جميع عناصر البيئة بما فيها من نبات وحيوان وإنسان ، وكذلك كل ما يؤثر فى تركيب العناصر الطبيعية غير الحية (مثل الهواء والتربة والبحيرات والبحار وغيرها [١] .

كما يعرف أوديم **Odum** وهو من المهتمين بمجال البيئة والتربية البيئية التلوث البيئى بأنه « أى تغير فيزيائى أو كيميائى أو بيولوجى مميز ، ويؤدى إلى تأثير ضار على الهواء ، أو الماء أو الأرض أو يضر بصحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى ، وكذلك يؤدى إلى الأضرار بالعملية الإنتاجية كنتيجة للتأثير على حالة الموارد المتجددة » [٢] .

وتعرف منى قاسم التلوث البيئى من وجهة نظر يغلب عليها الجانب الاقتصادى بأنه كل ما يؤدى بشكل مباشر أو غير مباشر إلى الإضرار بكفاءة العملية الإنتاجية نتيجة للتأثير السلبى والضار على سلامة الوظائف المختلفة لكل الكائنات الحية على الأرض سواء النبات أو الحيوان أو المياه ، وبالتالى يؤدى إلى ضعف كفاءة الموارد وزيادة تكاليف العناية بها وحمايتها من الأضرار الناتجة [٣] .

---

[١] أحمد مدحت إسلام : التلوث مشكلة العصر ، ط١ سلسلة عالم المعرفة ، مطابع السياسة ، الكويت . ١٩٩٠ ، ص ١٩ .

[٢] عن حسن أحمد شحاته : مرجع سابق . ص ٥٢ .

[٣] منى قاسم : التلوث البيئى والتنمية الاقتصادية ، ط٣ ، القاهرة ، الدار المصرية اللبنانية ، ١٩٩٧ . ص ٤٩ .

ويعرف حسن أحمد شحاته التلوث البيئى بأنه " الفساد الذى يصيب كل مكونات البيئة فيؤثر فيها ويغير من صفاتها وخواصها بما قد يؤدى إلى إتلافها أو هلاكها [١] ، وهذا ما أشار إليه القرآن الكريم فى قوله تعالى : ﴿ ظهر الفساد فى البر والبحر بما كسبت أيدى الناس ليذيقهم بعض الذى عملوا لعلهم يرجعون ﴾

[سورة الروم ، الآية ٤١]

ويعرف سعيد رفاعى التلوث البيئى بأنه " كل تغير كيفى أو كمى فى مكونات البيئة الحية وغير الحية تعجز الأنظمة البيئية على استيعابه دون أن يختل اتزانها مما يؤدى إلى نتائج ضارة ، إما للإنسان أو لمنشأته أو للنبات أو الحيوان أو لهم جميعا سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة " [٢] .

والتغير الكيفى هنا يشير إلى إضافة مواد جديدة أما الكمى فهو زيادة فى نسبة المكونات الطبيعية للبيئة كزيادة ثانى أكسيد الكربون عن معدله الطبيعى فى الهواء الجوى .

مفهوم الملوثات :

تعرف الملوثات بأنها المواد أو الميكروبات التى تلحق الضرر بالإنسان أو تسبب له الأمراض أو تؤدى إلى الهلاك ، ويعتمد مدى

---

[١] حسن أحمد شحاته : مرجع سابق . ص ٥٢ .

[٢] سعيد محمد رفاع : قضايا معاصرة فى التربية البيئية . ط١، جدة، مطابع الثغر، ١٩٤٤ . ص ١٦ .

التلـــوث على طبيعة النظام البيئى ، وما يوجد فيه من توازن طبيعى بين مكوناته ، وعلى مقدار ما يستحدثه الإنسان فيه من اختلال قد يقلل أو يزيد من الملوثات ، والملوثات بشكل عام يمكن تصنيفها إلى :

١) ملوثات حيوية كحبوب اللقاح فى الجو .
٢) ملوثات كيميائية مثل الغازات الناتجة عن عمليات الاحتراق وعوادم السيارات والمصانع .
٣) ملوثات فيزيائية كالضوضاء :

كما يمكن أن تصنف الملوثات حسب طبيعة مصادرها إلى :

١- ملوثات طبيعية : وهى التى لا دخل للإنسان فيها كالغازات الناتجة عن البراكين .
٢- ملوثات صناعية : وهى الناتجة عن الأنشطة الصناعية المختلفة كغازات عوادم السيارات والغازات الناتجة عن عمليات الاحتراق بأنواعها .

وتعتمد درجة تأثير الملوثات على كميتها وتركيزها ومدى التعرض لها ، وعلى درجة اختلاف المناعة ضد هذه الملوثات .

درجات التلـــوث :

للتلوث درجات عدة تتراوح بين المقبول والمدمر وهى :

١- التلوث المقبول : وهو نوع من التلوث لا يشكل خطورة على الأنظمة البيئية وحياة الكائنات الحية ويمكن للكائنات الحية أن

تعيش وتؤدى الوظائف المختلفة وتعيد التوازن مرة ثانية وهذا ما ينطبق على حياة الإنسان بشكل عام حيث يندر أن يخلو طعام الإنسان أو شرابه من الملوثات ولكن بدرجة لا تشكل خطرا مباشرا لحياته مثل وجود بعض المطهرات فى مياه الشرب .

٢- التلوث الخطر : وهى الحالة التى تكون فيها الأنظمة البيئية فى حالة عدم قدرة على استيعاب المخلفات مما يحدث خللا فى توازن النظام البيئى وبالتالى يترتب على ذلك أضرار لمكونات البيئة الحية وغير الحية .

٣- التلوث القاتل : وهو ما يصل إلى درجة القضاء على المكونات الحية فى البيئة ويؤدى فى النهاية إلى تدمير النظم البيئية تدميرا تاما ، ومن أمثلته التفجيرات النووية وانفجار المفاعلات النووية .

مفهوم التوازن واختلال التوازن البيئى :

من يتدبر النظم ومكوناتها يجد أن الله سبحانه وتعالى جعلها نظما متوازنة مستقرة ولها القدرة على استعادة توازنها حينما يحدث خللا ما بما أمدها الله سبحانه وتعالى من عوامل استعادة التوازن والقدرة على الاستقرار ، فيقول الحق تبارك وتعالى : ﴿ والأرض مددناها وألقينا فيها رواسى وأنبتنا فيها من كل شيء موزون ﴾ [سورة الحجر آية ١٩]

فعناصر البيئة ومكوناتها كما خلقها الله فى حالة توازن كما ذكرنا سابقا واختلال التوازن البيئى هو أحد مظاهر التلوث البيئى ، وللإنسان دور كبير فى إحداث هذا الاختلال ، وعلى سبيل المثال « يقضى الإنسان

على بعض أحياء البيئة فيسبب اختلالا كما حدث فى إحدى الولايات الأمريكية حينما اشتكى المزارعون من الصقور واليوم لأنها تهاجم صغار الطيور المنزلية واستجابت الحكومة لهذه الشكوى وشجعت صيد البوم ، والصقور نظير مكافأة مالية فتم التخلص من ١٢٥ ألف طائر فى ١٨ شهرا مما أحدث اختلالا فى توازن البيئة إذ زادت أعداد الفئران وانتشرت انتشارا كبيرا بسبب غياب البوم والصقور التى كانت تتغذى على الفئران ، وكانت النتيجة خسائر كبيرة جدا فى المحاصيل الزراعية مما دفع الحكومة إلى تحريم صيد الصقور » [١] ، ونفس الشىء حدث فى مصر فى فترة السبعينيات والثمانينات ، حينما تزايدت أعداد الفئران بشكل كبير نتيجة لموت الأعداء الطبيعية لها (القطط) ، فهاجمت الفئران المحاصيل وأحدثت بها دمارا شديدا ، وهاجمت القرى أيضا مما تسبب فى نقل بعض الأمراض للناس ، وقد حدث ذلك فى بعض محافظات الوجه البحرى ومنها الدقهلية والشرقية .

وهناك بعض المظاهر الأخرى التى يتضح فيها الأثر السلبى للاحتلال فى التوازن البيئى منها ما حدث فى مدينة لندن عام ١٩٥٢ م نتيجة لزيادة تركيز الملوثات فى سماء المدينة نتج عنه وفاة أربعة آلاف شخص من البشر ولقى ثمانية آلاف آخرين حتفهم فى الشهور التالية لتلك الحادثة ، كما نتج عن تسرب الغازات السامة من

---

[١] المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم : مرجع فى التعليم البيئى لمراحل التعليم العام ، تونس ، ١٩٨٧ ص ٥٥ .

أحد مصانع المبيدات الحشرية بالهند ووفاة ٣٥٠٠ شخص وإصابة حوالى ٢٠ ألف آخرين ، واختلال التوازن البيئى لا تنعكس آثاره على الإنسان وحده ولكن كثيرا من الكائنات الحية الأخرى تعانى من ذلك ففى مصر ودول الخليج العربية على سبيل لمثال انقرض الكثير من الطيور والحشرات النافعة والديدان الأرضية وبعض الزواحف نتيجة للتوسع الكبير فى استخدام المبيدات فى مقاومة الآفات الزراعية واستخدام التقنيات الحديثة فى مقاومة هذه الآفات ففى مصر ونتيجة لاستخدام التقنية الحديثة فى رش ومقاومة الآفات بالطائرات ترتب على ذلك اختفاء طيور مقاومة الآفات لعشرات السنين مثل أبو قردان وتسمم أعداد كبيرة من الحيوانات (الأبقار والأغنام وغيرها . .) والقضاء على كميات كبيرة من الأسماك والتى تعيش فى المجارى المائية وعندما تنبهت وزارة الزراعة والجهات والهيئات المعنية بشئون البيئة اتخذت التدابير التى تمنع استخدام الطائرات فى عمليات رش ومقاومة الآفات الزراعية والحد من استخدام المبيدات شديدة السمية والتى تتركز فى النظم البيئية والسلاسل الغذائية لفترات زمنية طويلة ، فاستعادت بعض النظم البيئية قدرتها على التوازن مرة ثانية وبدأنا نرى مرة أخرى مئات من طائر أبو قردان (صديق الفلاح) ليعود إلى الحقول مرة ثانية ليعتمد فى تغذيته على بعض الديدان الأرضية والتى تضر بالمحاصيل الزراعية .

وفى الدول الأوروبية وجد أن تلوث الهواء بها فى عام ١٩٩٣ راجع إلى حركة الرياح فى نقل الهواء الملوث بالملوثات من ألمانيا ، " كمـــا أن الاتحاد السوفيتى السابق يستقبل فى أراضيه ما يزيد مرة

ونصف عن مـــا يصدر عن صناعته من الملوثات ، وفى دول الخليج العربية ونتيجة للحرائق التى أشعلت فى آبار النفط الكويتية فقد وصلـــت جزئيـــات غبار الكربون المتطايرة منها إلى الولايات المتحدة الأمريكية والهند والصين وبعض مناطق الاتحاد السوفيتى السابق"[١] وهذا كله يعطى أمثلة واضحة على ضــــرورة المحافظة على التوازن البيئى وترشيد استهلاك المصـــــادر الطبيعيـــة ، فالأضرار الناتجة لا تقتصر على الكائنات الحية فى المنطقة المستهدفة بعينها ولكن تمتد إلى أجزاء أخرى من العالم .

ومن أشهر حوادث التلوث أيضا التلوث الذرى الناتج عن حادثـــــة انفجار المفاعل النووى فى تشرنوبيل والتى وقعت فى إبريل ١٩٨٦ والـــتى تبعد عن كييف ٦٠ ميلا فى الاتحاد السوفيتى سابقا ، فتكونت نتيجة لهـــذه الحادثة سحابة من الإشعاعات الذرية التى انتشرت على عديد مــــن دول أوربـــا .

وعلى ذلك فإن الكائنات الحية فى أى نظام بيئى بالإضافة إلى تفاعلها مع بعضها البعض فإنها تتفاعل مع بيئتها الطبيعية وحولها من مكونات غير حية مثل الماء والهواء والتربة وقد وجد أن المواد التى تتكون منهـــا هـــذه الأجسام فى تحول مستمر بين الكائنات الحية وغير الحية .

ولتوضيح ذلك نعرض المثال التالى ، فالنبات يبنى غذاءه والمــــواد التى يكونها من مواد بسيطة يمتصها من التربة وعندما

---

(١) سعيد محمد رفاع : مرجع سابق . ص ص ١٢ ــ ١٣ .

يتغذى الحيوان على النبات تنتقل هذه المواد إلى كائنات عديدة أخرى تبنى بها أجسامها ، فـإذا ماتت هذه الكائنات تتحلل أجسامها بفعل الكائنات المترممة وتعود المواد غير الحية إلى التربة مرة أخرى .

ولكى ينتفع النبات بعناصر البيئة يجب أن توجد هذه العناصـر فـى الصور الكيميائية المناسبة ، فالنيتروجين كمثال متوفر فـى الهواء الجـوى بنسبة كبيرة لأنه أحد المكونات الرئيسية للهواء الجوى، ومع ذلك فإن النبات لا يستطيع أن ينتفع به إلا إذا كان متحدا مع الأكسوجين فى صورة نترات أو متحدا مع الأيدروجين فى صورة نشادر ، وهكذا يهبط الجزء المتـاح مـن النيتروجين للنبات إلى نسبة تتراوح بين ٠,٠٠٠١ % إلى ٠,٠٠١ % من المحتوى الكلى للنيتروجين فى الطبيعة .

وتحتاج الكائنات الحية إلى الطاقة لبناء أجسامها وممارسة حياتها الطبيعية والقيام بوظائفها فى الحياة من حركة وإخراج وتكاثر وغيرها .

ومن الأهمية بمكان أن نوضح أن سريان الطاقة بين الكائنات الحيـة فى البيئة يكون دائما فى اتجاه واحد فى كل النظم البيئية : من الكائنات الحية المنتجة للغذاء إلى الكائنات الحية المستهلكة ، ثم إلى الكائنات الحية المحللة أى أن عملية سريان الطاقة تنـتقل من كائن حـى إلى كائن حـى آخر ، أما المواد الكيميائية الموجودة فى البيئة فهى تنتقل فى دورات تفسر ما يطرأ عليها من تحول وتقلب مستمر بين الكائنات الحية والكائنات غير الحية وهى ما يسمى بدورات المواد ، حيث تبدأ من التربة مرورا بالغلاف الجـوى والكائنات الحية ثم

تعود إلى التربة مرة أخرى ، ومن المواد والعناصر التى تحدث لها هذه الدورات الماء والكربون والأكسجين والنيتروجين والفسفور .

(١) دورة الماء فى الطبيعة : Water Cycle in Nature

تلعب المياه دورا رئيسا فى الحياة على سطح الأرض ، لأنها تتحكم فى دوران المواد الغذائية التى يمكن أن تدور معها فى صور محلول أو معلق ، ويعتبر الماء من المواد الدائمة بمعنى ثبات كميته الإجمالية فى الأرض فى غلاف الكرة الأرضية ويجرى الماء فى الكرة الأرضية فى سلسلة من المسارات تعرف مجتمعة بدورة الماء .

من المعروف أن حرارة الشمس تبخر الماء من السطوح المعرضة لها مثل البحار والمحيطات والأنهار والبحيرات ، كما أن هناك قدرا آخر من المياه يتبخر من سطح النباتات نتيجة عملية النتح ، وكذلك أيضا من الحيوانات فى عملية التنفس والعرق ، وهذه المياه المتبخرة تكون سحبا فى طبقات الجو العليا ، هذه السحب تتكثف وتسقط مرة أخرى فى صورة أمطار وثلوج على الأرض أو السطوح المائية المكشوفة .

ومن الملاحظ أن معظم هذه المياه تسقط فوق سطح البحار والمحيطات ، وكمية ضئيلة جدا من مياه الأمطار يستفيد منها الحيوان والنبات والكمية الكبرى تعود مرة أخرى إلى البحار والمحيطات عن طريق الأنهار ، وبعض المياه الساقطة على سطح الأرض والمتبقى من البخر وحاجة النباتات على سطح

الأرض ينفذ إلى الطبقات السفلى تحت سطح الأرض مكونة المياه الجوفية والتى يمكن الاستفادة منها وإدخالها فى الدورة مرة أخرى عن طريق حفر الآبار .

(٢) دورة الأكسجين : Oxygen cycle

يمثل الأكسجين الموجود فى الهواء نسبة ثابتة (حوالى ٢٠ %) من التركيب الحجمى للهواء ، ويوجد عادة فى حالة اتزان ديناميكى، وهذه النسبة الثابتة ناتجة من تساوى معدل امتصاصه فى عملية التنفس مع معدل إضافته فى عملية البناء الضوئى .

ومن المعروف أن صور الحياة كلها لا تحيا بدون الأكسجين ، فأحياء البر تحصل عليه من الهواء ، وأحياء الماء تحصل عليه ذاتيا فى الماء .

O_2

الأكسجين فى الغلاف الجوى والماء

H_2O

عملية التنفس ← عملية البناء الضوئى

Co_2

تحدث فى معظم الكائنات الحية — تحدث فى النباتات الخضراء والطالب

دورة الأكسجين فى البيئة

وقد تبين أن الأكسجين المطلق فى عملية البناء الضوئى ينتج مـــن الماء ، أما الأكسجين الذى يدخل فى تركيب المواد الغذائية المتكونة فمصدره ثانى أكسيد الكربون ، وفى عملية التنفس يدخل الأكسجين إلى أجسام الكائنات الحية فيؤكسد المواد الغذائية وتتحرر الطاقة الحبيسة فيها ، كما ينتج المـــاء وثانى أكسيد الكربون وهم مادتان تخرجهما الأحياء خارج أجسامهـــا فى الغالب ، والتنفس والبناء الضوئى عمليتان متضادتان تسهمان بشكل بارز فى ثبات واتزان الهواء ولولا هذا التضاد لنفذ أكسجين الجو .

(٤) دورة الكربون : Carbon cycle

يعتبر الكربون من أهم مكونات البروتوبلازم الحـــى لكل الكائنــــــات الحية ، ويعتبر ثانى أكسيد الكربون من أهم مخازن الكربون فى الجو أو فى الماء . وتتلخص دورة الكربون فى اختزال النبات لثانى أكسيد الكربون ، حيث تقوم النباتات الخضراء وبعض أنواع الطحالب بعملية البناء الضوئى التى تـــؤدى إلى بنـــاء المركبـــات العضـــوية مثل البروتينيات والدهون من السكريات الناتجة وهذه المواد تنتقل إلى الحيوانات بواسطة عمليـــة التغذية .

وثانى أكسيد الكربون يتكون مرة أخرى كناتج أساســـى لعمليات الهدم والتنفس فى الكائنات الحية الحيوانية والنباتيـــة ، ويعود للجـــو أو الماء ، وكميات أخرى من ثانى أكسيد الكربون قد تتكون من تحلـــل الكائنات الحية بعد موتها بواسطة البكتريا والطحالب .

ويلاحظ أن كميات ثانى أكسيد الكربون المستهلكة فى عمليـــات البناء الضوئى تعادلها الكميات الناتجة من عمليات الهدم والتنفس أو التحلل داخــل نفس الوسط البيئى ، كما أن قدرا من الكربون الموجود فى الطبيعة قد يختفى لمدة طويلة كما فى الرسوبيات العضوية فى العصــور القديمـــة للحيوانات والنباتات التى كانت تعيش فى تلك العصــور ونشأ عنهـا الفحم والبـترول والغاز الطبيعى والتى يقوم الإنسان باستخراجها من باطــن الأرض مـــــرة أخــــرى .

(٥) دورة النيتروجين : Nitrogen cycle

النيتروجين عنصر أساسى فى بناء المادة الحية، فهو يدخل فى تركيب البروتينيات ، وهى المــواد التى تبنى منــها الأحياء خلاياها وتجدد منها ، وعلى الرغم من وفرة النيتروجين كغاز فى الهواء حيـــث يكـــون ٧٨ % من حجم الهواء إلا أن غالبية الكائنات الحية لا يمكنها الإفادة منـــه فى هذه الحالة الغازية ولكنها يمكنها الاستفادة منه فى صورة نشـــادر أو نـــترات أو غيرهما من المركبات العضوية ، وتحصل عليها النباتات بثلاث صور هى :

أ- البكتريا المثبتة للنتروجين والموجودة تكافليا فى جذورها أو أوراق بعض النباتات مثل البقوليات .

ب- الطالب الخضراء، الزرقاء القادرة على تثبيت النتروجين فى الوسط المائـــــى .

ت- كمية ضئيلة من النترات يمكن تثبيتها بطرق كهربية وضوئية كيميائية وفى كل الأحوال فإن دورة النتروجين تمر بخطوات خمسة هـــــى :

١- عندما تموت الكائنات الحية أو عندما تخرج الحيوانات مواردها الإخراجية ، فإن مركبات النتروجين تمر إما بالتربة أو بالماء .
٢- بعض أنواع البكتريا تبدأ فى تحليل المواد السابقة وتنتج الآمونيا (NH_3)
٣- تتحول الآمونيا إلى مركباتها الذاتية مثل هيدروكسيد الآمونيوم NH_4OH (محلول النشادر) .
٤- تقوم بكتريا النترته بتحويل مركبات الأمونيا الذائبة إلى نتروز ثم إلى نترات .
٥- تذوب النترات فى مياه التربة أثناء عمليات الرى أو من الأمطار لتمتصها جذور النباتات ، وبالتالى يستفيد منها النبات وزيادة خصوبة التربة يعتمد على زيادة كمية النتروجين المثبتة بها .

وعلى ذلك فإن الإطار العام لدورة النتروجين فى الغلاف الجوى يبدأ من الهواء ثم إلى التربة أو الماء ثم إلى النبات ومنها للحيوان والإنسان ، ثم إلى التربة والهواء مرة أخرى .

(٥) دورة الفوسفور : Phosphorus cycle

الفوسفور من العناصر من العناصر الأساسية الضرورية لحياة الكائنات الحية إليه فى عمليات تكوين الأحماض الأمينية والبروتينيات وذلك نقل الطاقة .

وتبدأ دورة الفسفور بالتآكل التدريجى البطئ للصخور الفسفورية أثناء عمليات النحت والتعرية بواسطة الرياح والسيول التى تحمل الصخور الفسفورية المتفتتة إلى سطح التربة أو البحار والمحيطات والبحيرات والأنهار ، وكذلك المياه الجوفية ، حيث يتم ذوبان جزء من الفسفور فى الماء ، كما تتكون بعض أملاح الفوسفات فى التربة فيمتصها النبات ويحولها إلى مركبات عضوية يستفيد منها ، ثم تنتقل المركبات الفوسفورية العضوية إلى الحيوانات والإنسان والكائنات الحية الأخرى أثناء عملية التغذية .

وفى البيئات المائية فإن معظم الفوسفور الموجود بها يترسب إلى الأعماق ويفقد ولا يعود مرة أخرى إلا مع حفر الآبار والتعدين ولكن الجزء الموجود فى الطبقات السطحية من المياه يستغل دائما بواسطة الهائمات النباتية بواسطة عمليات البناء الضوئى .

وبهذه الطريقة يمكن أن ينتقل أيضا إلى المستهلكات الموجودة فى نفس البيئة ، وقد يعود مرة أخرى للتربية عن طريق تغذية الإنسان والطيور على الأسماك ، ويستخدم الإنسان فضلات الطيور أيضا فى عمليات تسميد التربة وهذه الفضلات تحتوى على نسبة عالية من الفوسفات ، وبذلك تعود كميات كبيرة من الفوسفور إلى الدورة .

ويتضح مما سبق أن جميع دورات العناصر تشتمل على طورين أساسيين همـــا:

أ- طور تكوين المواد العضوية المعقدة من مواد غير عضوية بسيطة .

ب- طور تحويل المواد العضوية المعقدة إلى عناصر بسيطة فى شكل غير عضـــوى .

التوازن البيـــــئى :

يذكر أنه إذا تكاثرت خلية بكتيرية واحدة من بكتريا الكوليرا بالانقسام لمدة ٢٤ ساعة ، وكانت جميع ظروف الحياة ملائمة لبلغ عدد الأفراد الناتجة ما يقرب من ١٦ × ١٠ ^١٤^ أو ما يقدر وزنه نصف رطل تقريبا ، كما قدر عن الضفادع التى يمكن أن تنتج من ذكر وأنثى لضفدع لو أتيحت لهما ولذريتهما جميع الظروف الملائمة بعد خمسة أجيال بنحو ٢ مليون ضفدعة ، غير أن هذا لا يتحقق فى الحياة لأن الظروف الملائمة لا تتجمع لكائن حى لمدة طويلة، حيث أن هناك عوامل بيئية وحيوية تحد من زيادة النسل إلى هذه الدرجة التقديرية أو حتى إلى درجة قريبة منها ، وتصبح قدرة الطبيعة على إمداد بعض الكائنات الحية بمتطلباتها محدودة ، فكثيرا ما يصبح الغذاء أو الماء أو الشمس أو العناصر المعدنية (فى حالة النبات) غير متوفرة بصورة مناسبة لأى زيادة فى عدد أفراد جماعة معينة من الكائنات .

ويعرف التوازن الذى تحدثه عوامل البيئة بالتوازن الطبيعى ، وتقوم الكائنات آكلة اللحوم والكائنات المتطفلة بدور فعال فى حفظ التوازن بين الكائنات الحية ، فعندما يزداد عدد جماعة ما من الكائنات فإنها تكون مصدر غذاء بالنسبة لغيرها من الكائنات الأخرى حيث تقوم جماعة أخرى من الكائنات الحية بحصد أفراد هذه الجماعة واستعمالها

كغذاء لها ، ومن ثم تقوم بحفظ التوازن بطريقة بيولوجية، وهذا ما يعرف بالتوازن البيولوجى .

وقد ينشأ اختلال التوازن البيئى نتيجة لتغير بعض الظروف الطبيعية كالحرارة والأمطار وقد ينشأ نتيجة لتغيير بعض الظروف الحيوية المؤسسة على علاقات الكائنات الحية التى تعيش فى البيئة وأثر بعضها على بعض .

مسببات اختلال التوازن البيئى :

يحدث التوازن البيئى ويختل فى كل مكونات البيئة الحية وغير الحية فى الهواء والماء والتربة ، ولذا فإن مسببات الخلل تكون كثيرة ومتعددة أيضا وما سنذكره هنا فقط أمثلة وليس حصر لكل مسببات إخلال التوازن ، فقد ينشأ الاختلال فى التوازن البيئية نتيجة لتغير الظروف الطبيعية مثل الارتفاع الشديد فى درجة الحرارة أو العكس ومعدل سقوط الأمطار أو الجفاف الشديد أو نتيجة للكوارث بأنواعها ، كما يمكن أن يحدث نتيجة لتغير الظروف الحيوية التى تؤثر على طبيعة العلاقات القائمة بين الكائنات الحية فى البيئة أو نتيجة لتدخل الإنسان المباشر فى مكونات البيئة بشكل أو بآخر .

وفيما يلى نتناول بعض الأسباب المسئولة عن اختلال التوازن البيئى وهى :

(١) تغير الظروف الطبيعية للبيئة :

ويحدث ذلك نتيجة حدوث بعض الكوارث الطبيعية مثل الزلازل والبراكين والتى تغير من شكل التركيب الجيولوجى للمناطق المعرضة

لها ، مما يترتب عليه تغير فى التضاريس الطبيعية التى كانت موجودة فى هذه المناطق ، وينشأ عن ذلك تدمير وانقراض بعض الأنواع الحية من الكائنات نتيجة غياب أو نقص بعض أو معظم موارد الغذاء التى كانت تستخدمها هذه الكائنـــــات .

ويمكن أن يحدث الاختلال فى التوازن البيئى نتيجة تغير الظروف المناخية مثل الجفاف الشديد الذى ينتج عنه تدهورا وتدميرا للكساء الخضرى الذى كان سائدا فى المناطق المصابة ، وهذا ينتج عنه موت وهلاك الأنواع النباتية والحيوانية التى كانت مزدهرة فى هذه المناطق .

(ب) إدخال كائن حى جديد فى بيئة مستقرة :

يحدث الاختلال فى التوازن عند إدخال كائن جديد فى بيئة مستقرة تتوفر فيها الظروف الملائمة لحياة هذا الكائن الجديد ، ويقل أعداؤه الطبيعيون ، وعلى سبيل المثال عندما تم إدخال الأرانب إلى جزر هاواى بالمحيط الهادى تكاثرت هذه الأرانب بأعداد كبيرة جدا نظرا لتوفر الظروف الملائمة لحياتها ، كما خلت بيئة الجزر من الأعداء الطبيعيين للأرانب ، ونتج عن ذلك تزايد أعداد الأرانب بصورة كبيرة حيث قامت بالتهام الحشائش والنباتات بمعدل أكبر من معدل نمو هذه النباتات ، ثم قل الغذاء وهلك معظم تلك الأرانب ومعها بعض الكائنات الحية الأخرى بسبب أنها لم تعد تجد ما تأكله .

كذلك فإن معظم الآفات الزراعية المنتشرة فى مصر الآن تعتبر آفات وافدة عليها من جهات أخرى ، حيث تم جلبها من غير مقصد من

مواطنها الأصلية من خلال عمليات استيراد الحاصلات والفواكه والحبوب من أماكن إنتاجها خارج الحدود المصرية ، ومن أمثلتها ذبابة الفاكهة والحشرة القشرية وقد بدأت فى التكاثر السريع فى الموطن الجديد حتى وصلت إلى أعداد كبيرة تعتبر ضارة بالاقتصاد المصرى وذلك بسبب توفر الظروف الغذائية والمناخية المناسبة لنموها ، وغيرها من العوامل الأخرى .

وكذلك الفأر النرويجى الذى انتقل من موطنه الأصلى بواسطة سفن نقل البضائع والمسافرين ، ثم وجد ظروفا مواتية فى مصر حيث انتشر فى المزارع والمخازن وكان سببا فى ظهور مشكلة الفئران فى مصر .

كما أن نبات ورد النيل الذى استحضر إلى مصر كنبات للزينة ، ثم انتشر فى الترع والقنوات والمجارى المائية ، وانتشر فى طول البلاد وعرضها وقد نتج عن ذلك انسداد معظم هذه القنوات وضياع كميات ضخمة من المياه العذبة التى يمتصها هذا النبات والتى من الممكن الاستفادة بها فى عمليات التوسع الزراعى واستصلاح الأراضى .

كما تسببت أيضا فى إعاقة الملاحة واستهلاك كميات كبيرة من الأكسجين وإعاقة التيار الكهربى وعمليات الصيد ، كما أنه أصبح بيئة صالحة لتكاثر كثير من الحشرات الضارة بالصحة .

(ج) القضاء على بعض الكائنات الحية فى البيئة :

أدرك البعض أن القضاء على بعض الكائنات الحية والتى يقع منها ضرر ما قد يخلصنا من مشاكلها ولكنه تبين أن ذلك يؤدى إلى

اختلالا فى التوازن بين بعض الأنواع الأخرى التى تعيش فى البيئة ، فمثلا عند استخدام المبيدات الحشرية السامة للقضاء على دودة القطن فى مصر انتشرت آفات أخرى مثل التربس والعنكبوت الأحمر والحفار وذلك نتيجة لموت واختفاء الأعداء الطبيعيين لهذه الآفات مثل أبو قردان والهدهد والبوم والغربان والحدى والصقور وأبو فصادة وغيرها.

فعندما تم القضاء على معظم الصقور والبوم بواسطة الفلاحين فى إحدى الولايات الأمريكية تكاثرت الفئران بصورة كبيرة تعد وبائية ، مما هدد كثير من المحاصيل والمزروعات ، وتدهور الإنتاج الزراعى فى ذلك الموسم والمواسم التالية له ، مما اضطر الحكومة الفيدرالية إلى تحريم صيد الصقور والبوم فى هذه المناطق لإعادة التوازن البيئى.

كذلك عندما تم القضاء على معظم الأسود الموجودة فى إحدى الغابات المحيطة بإحدى قرى السودان ، انتشرت على أثر ذلك القردة بشكل كبير مما هدد مصادر الغذاء لأهل القرية وأصبحت حياة الأطفال فى خطر بسبب عبث القردة بهم فى أثناء تجوالها بأعداد كبيرة بين ربوع القرية .

(د) التدخل غير الرشيد للإنسان فى البيئة :

يؤدى التدخل غير الرشيد للإنسان فى البيئة إلى إحداث اختلال بيئى ، فمثلا اقتلاع الغابات وردم البرك والمستنقعات وتجفيف البحيرات يؤدى إلى حدوث خلل متمثلا فى اختفاء أنواع من الكائنات الحية وظهور أنواع أخرى ربما تسبب ضررا بيئيا .

كذلك فإن عمليات تجريف التربة والبناء عليها تسبب تخريبا بيئيا بالغا على الإنسان والكائنات الحية الأخرى متمثل فى نقص الغذاء والغطاء النباتى، كما أن عمليات الصناعة وما ينتج عنها من مخلفات يتم التخلص منها بصورة غير رشيدة يمثل تلويثا وإخلالا بالنظم البيئية وإخلال التوازن ربما يحتاج إلى فترات زمنية تطول أو تقصر حسب طبيعة ونوع ومدى تأثير الخلل الذى يعترض النظم البيئية .

أثر اتزان البيئة على مستقبل الجنس البشرى :

لا يصل أى نظام بيئى إلى التوازن مرة ثانية بعد أى خلل كبير إلا بعد فترات زمنية قد تطول جدا ، وبقدر الخلل تكون الخسارة ويكون التغير واختلال التوازن محتاجا لفترة أطول ، فكثرة استخدام المبيدات الحشرية مثلا يمكن أن يؤدى إلى قتل بكتيريا تثبيت النيتروجين ، وكذلك إبادة الحشرات النافعة كالتى تنقل حبوب اللقاح وتعمل على تلقيح الأزهار وهى جميعا تغيرات خطيرة ربما تؤدى إلى اضطراب وخلل كبير فى النظم البيئية .

وإذا استمر إلقاء الفضلات السامة فى البيئة ، فإنه يسبب تعطل عوامل توازنها مما يكون له انعكاسات خطيرة على حياة الجنس البشرى فماذا يفعل الإنسان لو تحولت مياه الأنهار والينابيع إلى مياه غير صالحة للشرب ؟

هل يعتمد على تحلية مياه البحار ؟ وإذا تم ذلك فسيكون مصير الإنسان مرتبطا دائما بحسن تسيير مصانع التحلية . وماذا يحدث لو

تعطلت هذه المصانع لسبب ما ؟ وما يقال عن الماء يقال عن الهواء والغذاء وغيرها .

فكيف يتنفس الجنس البشرى ومعه الكائنات الحية الأخرى إذا أصبح الهواء فاسدا نتيجة لما تبثه المصانع والسيارات ووسائل النقل من غازات سامة ؟ وكيف نؤمن الغذاء اللازم للإنسان والكائنات الحية الأخرى فى ظل عدم الوعى من البعض والاعتداء الدائم على الأراضى الزراعية بتجريفها والبناء عليها وتحويلها إلى أرض غير منتجة زراعيا بأى صورة ؟

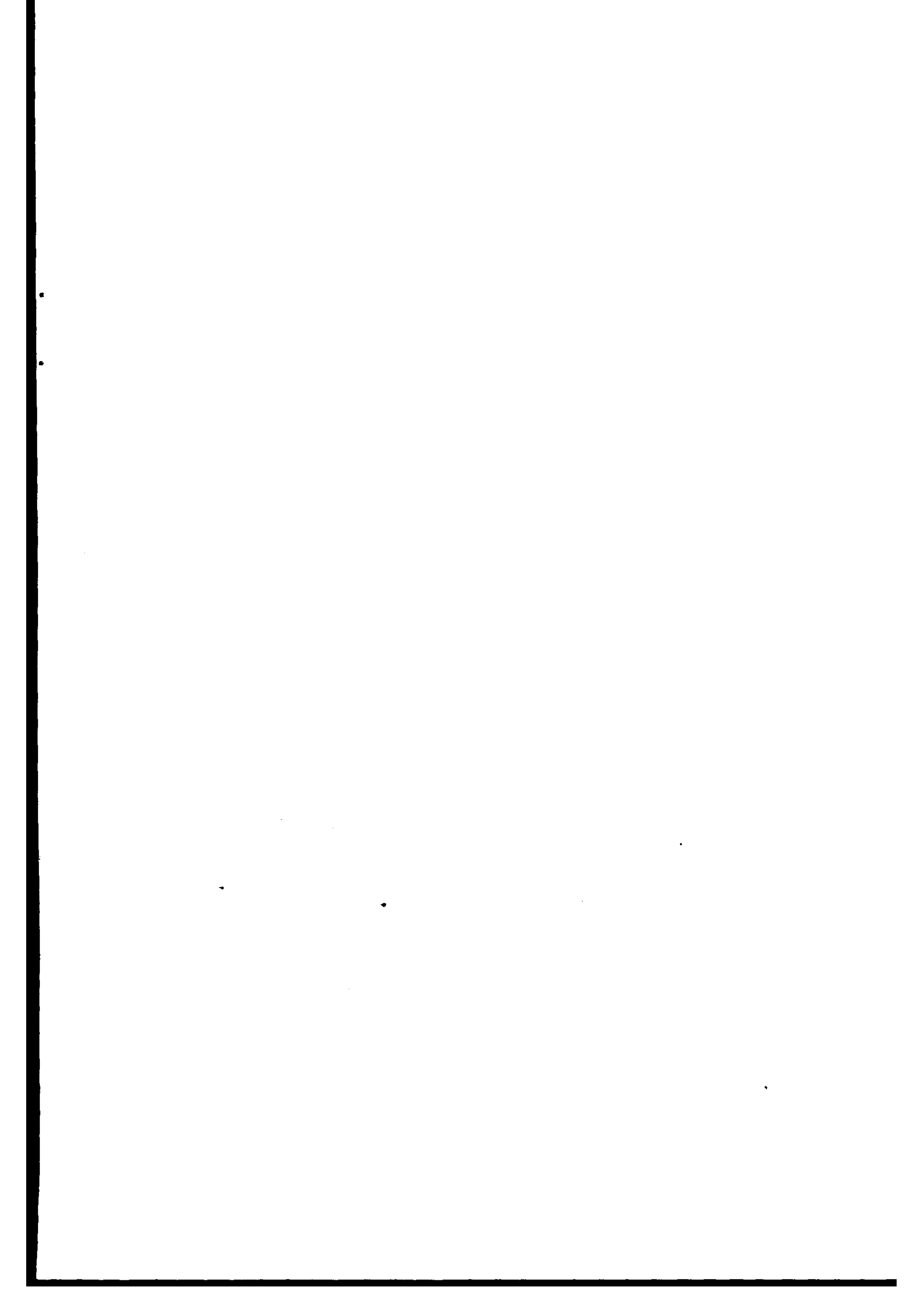
وبالرغم من التقدم العلمى الذى زاد من قدرة الإنسان على التأثير فى البيئة الطبيعية ، فإنه بسبب تجاهله للقوانين الطبيعية المنظمة للحياة يمكن أن يسبب تدهور للنظم البيئية مع مرور الزمن وتزيد مساحة الصحارى ، ودلنا التاريخ القريب على أن الكثير من مناطق العالم الجافة والقاحلة حاليا كانت منذ عهد غير بعيد زاخرة بالنباتات والحيوانات ، والأمثلة على ذلك عديدة فى العالم العربى وفى كثير من أنحاء العالم حيث قطع الغابات والرعى الجائر والحرائق المتكررة فتحولت هذه المناطق من الغنية بنباتها وحيواناتها إلى مناطق جرداء كثيرة السيول .

وهكذا يحدث خراب بيئى فى عدة بقاع من العالم بالإضافة إلى تغير الغلاف الحيوى وتأثير ذلك على المناخ وثقب الأوزون وغيرها من المشكلات البيئية الملحة .

ومما سبق ذكره ، يتضح أهمية المحافظة على سلامة النظم البيئية وتوازنها للمحافظة على سلامة الجنس البشرى ، ويتطلب ذلك المحافظة على الغابات الطبيعية وخصوبة التربة ومكافحة التلوث ، وهى أمور تتطلب تعاونا على مستوى الأفراد والهيئات والحكومات أيضا .

الفصل الرابع

تلوث الهواء ومخاطره



صور التلوث البيئى (تلوث الهواء ومخاطره)

تعددت صور التلوث البيئى بتعدد عناصر أو مكونات البيئة نفسها ، خصوصاً أن التلوث لم يترك مكوناً واحداً من مكونات البيئة إلا وأثر عليها بشكل أو بآخر ، كما أن صور التلوث البيئى تعددت أيضاً طبقاً لمصادر التلوث البيئى ، وفى كل الأحوال ما يهمنا هنا أن نلقى الضوء على صور التلوث البيئى التى تشكل خطورة متزايدة على مكونات البيئة وأنظمتها البيئية بغض النظر عن انتمائها إلى أى تصنيف من التصنيفين السابقين أو غيرهما من التصنيفات الأخرى ، ومن هذه الصور :

(١) تلـــوث الهـــواء .
(٢) تلـــوث المـــاء .
(٣) تلـــوث التربـــة .
(٤) تلـــوث الغـــذاء .
(٥) التلوث الضوضائى .

تلوث الهواء

مقدمـــة :

من بين ما يميز الأرض عن غيرها من كواكب المجموعة الشمسية هو احتواؤها على الغلاف الجوى الذى تتجدد فيه التفاعلات الكيميائية بصورة مستمرة ، وهذا ما يجعل الأرض تتميز عن غيرها من الكواكب بظاهرة الحياة المتعددة الصور ، ويتكون الغلاف الجوى للكرة الأرضية من مجموعة من الغازات أهمها : النتروجين بنسبة ٧٨,٠٩% من حجم الهواء ، والأكسجين بنسبة ٢٠,٩٥% والآرجون بنسبة ٠,٩٣% والكريبتون بنسبة ٠,٠٠٠١% والهيدروجين بنسبة ٠,٠٠٠٠٥% والنيون بنسبة ٠,٠٠١٨% وبخار الماء بنسبة ٤% على الأكثر ، وثانى أكسيد الكربون بنسبة ٠,٠٣% على الأكثر ، والأوزون بنسبة ٠,٠٠٠٠٠١% على الأكثر .

والغلاف الجوى بتركيبه السابق على درجة كبيرة من الأهمية بالنسبة لجميع الكائنات الحية فتحتاج النباتات إلى كل من ثانى أكسيد الكربون والنتروجين فى تكوين غذائها وأداء وظائفها الحيوية واستكمال نموها ، كما تحتاج جميع الكائنات الحية الأكسجين لأداء وظائفها الحيوية ، ويحتاج الإنسان العادى إلى قدر كبير من الهواء كل يوم ، " يصل إلى نحو ١٥٠٠٠ لتر هواء يومياً ، ويبلغ وزن هذا الهواء نحو

ستة عشر كيلو جراماً ... وهى كمية تفوق كل ما يستهلكه الإنسان من الماء والغذاء فى اليوم الواحد " . [١]

ومن المعروف أن غاز الأكسجين غاز عديم اللون والطعم والرائحة، وهو أثقل قليلاً من الهواء ، ويذوب بقدر ضئيل فى الماء ، ومن هذا الأكسجين الذائب تتنفس الحيوانات والنباتات المائية ، وهو أكثر العناصر وجوداً على الأرض ، حيث تبلغ نسبته حوالى ٤٩,٥% من وزن القشرة الأرضية بما فى ذلك البخار والغلاف الجوى ، كما يكون من ١٥-٢٣% مـن وزن الهواء الجاف ، و ٨٨% من وزن الماء ، وما يقرب من نصف جميع الصخور الموجودة فى القشرة الأرضية .

ومن هنا يتضح أن الأكسجين هو العنصر الأساسى فى تكوين الغلاف الجـوى من حيث أهميته للحياة على الأرض فى صورها المختلفة .

مفهوم تلوث الهواء : Air Pollution

يعتبر الهواء ملوثاً إذا حدث تغير كبير فى تركيبه لسبب من الأسباب، أو إذا اختلط به بعض الشوائب أو الغازات بقدر يضر بحياة الكائنات التى تستنشق هذا الهواء وتعيش عليه . أو أنه أى مادة غريبة تضاف إلى الهواء الجوى ولم تكن موجودة فيه أصلاً ، أو زيادة تركيز مادة ما كانت موجودة فيه عن حد معين .

---

[١] أحمد مدحت إسلام ، مرجع سابق . ص ٢١ .

تعد ملوثات الهواء الناتجة عن احتراق الوقود من أكثر الملوثات تأثراً على مكونات النظام البيئى ، وهناك خمسة ملوثات أساسية هى :

١- أول أكسيد الكربون .
٢- الهيدروكربونات .
٣- مركبات الكبريت .
٤- أكاسيد النتروجين .
٥- الجزيئات.
٦- الجزيئات.

وعلى سبيل المثال ، ففى مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية فقد تم تحليل عينات من هواء مدينة الرياض فى كلية الصيدلة بجامعة الملك سعود لمعرفة العناصر والغبار الذى يمكن أن يتغلغل داخل الجهاز التنفسى لسكان المدينة ، وقد لوحظ زيادة تركيز عنصرى الكالسيوم والألومنيوم والزرنيخ وهو من العناصر الضارة بصحة الإنسان ، ويبدو أن عنصر الزرنيخ يعود إلى بعض المخلفات الصناعية واستخدام المبيدات الحشرية " . (١)

وغاز أول أكسيد الكربون شديد السمية وتدل الدراسات التى أجريت فى المدن والمراكز الصناعية الرئيسة فى المملكة العربية

---

(١) أحمد عبد القادر المهندس : " ملامح من تلوث الهواء فى المملكة العربية السعودية " ، فى " وقائع ندوة البيئة وحمايتها من التلوث فى أقطار الخليج العربى ، مكتب التربية العربى لدول الخليج ، إدارة العلوم ، الكويت ٢٢-٢٥صفر ١٤٠٧ ، ٢٥-٢٨ تشرين أول ١٩٨٦. ص ١٨١.

السعودية على أن تركيز هذا الغاز بحدود ١٠-١٢ جزءًا فى المليون ويصل إلى ٥٠ جزءًا فى المليون ، بينما فى الولايات المتحدة يصل إلى ٣٥ جزء فى المليون وفى المملكة المتحدة وروسيا لا يتعدى ٣ أجزاء فى المليون ، وهذا يدل على أن تركيز أول أكسيد الكربون فى السعودية مرتفع جداً [١] .

وتشير الدراسات الأولية التى أجريت على تلوث الهواء فى بعض المدن الكبرى والمزدحمة مثل القاهرة والرياض وباريس ولندن وغيرها أن تركيز الملوثات الأساسية مرتفعة بها وبصفة خاصة ففى المملكة العربية السعودية وجد أن تراكيز غاز أول أكسيد الكربون وثانى أكسيد الكبريت والأوزون والغبار الساقط المعلق مرتفعة عن الحدود المسموح بها بالإضافة إلى زيادة نسبة الرصاص فى الهواء ، ولقد زادت هذه الملوثات عن الحد المسموح به عالمياً فى بعض المدن والمراكز الصناعية الكبرى فى السعودية [٢] .

مصادر ملوثات الهواء الجوى :

يمكـن تصنيف مصادر ملوثات الهواء الجوى إلى مصادر طبيعية وملوثات ناتجة عن الاستخدام البشرى ، وذلك حسب مصدر كل منها :

---

[١] نفس المرجع السابق ، ص ١٧٨

[٢] نفس المرجع السابق ، ص ١٧٧

الملوثات الطبيعية للهواء الجوى – مفهومها – ومصادرها :

وهى ملوثات ذات منشأ طبيعى ، ومن أمثلتها :

(أ) الغبار والأتربة الناتجة عن حركة الرياح وخصوصاً بعض أنواع الرياح الموسمية مثل رياح الخماسين فى مصر ، أو الغبار والغازات الناتجة عن البراكين ومن هذه الغازات أكاسيد الكربون والنتروجين والكبريت ، وهذا الغبار قد يمتد وجوده فى طبقات الجو العليا إلى عدة أشهر ، والآثار التى تنتج عن هذا النوع من التلوث هى : التلوث الحرارى الناتج عن المقذوفات البركانية وآثاره الضارة فى جو المنطقة المحيطة بالبراكين والقريبة منه، والذى قد يأتى على الإنسان وممتلكاته .

من المعروف أن الأشعة فوق البنفسجية تعمل على تكوين فيتامين (جـ) عند الإنسان ، وعدم وصولها بقدر كاف إلى الأرض نتيجة للغبار والأتربة يتسبب فى أمراض الكساح ولين العظام. كما أن الرياح نفسها يمكن أن تؤدى إلى نشوب الحرائق فى الغابات والأحراش وما ينتج عنها من إتلاف مساحات كبيرة وتشريد وموت أعداد كبيرة من الحيوانات وتلوث بنواتج الاحتراق ، ومن أمثلة هذه الحرائق : الحريق الذى شب فى بداية عام ١٩٩٤م فى الغابات المحيطة بسيدنى فى استراليا .

(ب) وللغبار آثاره السلبية على صحة الإنسان وبشكل خاص على الجهاز التنفسى حيث يسبب أمراضاً عديدة منها : الإنتفاخ الرئوى والربو ، وتعتمد درجة التأثير بالغبار على حجم جزيئات

الغاز نفسها وعلى مدة التعرض لها وتركيزها فى الهواء الجوى. وبالنسبة لحجم جزيئات الغبار نجد أنها تنقسم إلى ثلاثة أنواع هى :

(١) جزيئات قطرها أكثر من عشرة ميكرون وهى قليلة التأثير على الجهاز التنفسى ، نظراً لأن الشعيرات الأنفية تمنع وصولها للرئة ، ولكن ذلك لا يقلل من خطورتها على العيون والأضرار الأخرى التى تسببها لممتلكات الإنسان .

(٢) جزيئات غير ممرضة حيث لا تستقر فى الرئة وهى التى يقل قطرها عن ٠,١ ميكرون وذلك لصعوبة ترسبها نظراً لحركتها العشوائية .

(٣) جزيئات قطرها من ٠,١ إلى ١٠ ميكرون وهى تعد من أخطر الأنواع على الجهاز التنفسى ، نظراً لإحتوائها على الجزيئات الدقيقة للغبار الرملى والجيرى ودخان السجائر وعوادم السيارات ، حيث يتنفسها الإنسان ومن ثم تصل إلى الحويصلات الهوائية مسببة العديد من الأمراض .

(ج) حبوب اللقاح تعد من الملوثات الطبيعية المنتشرة فى الجو والتى تسبب كثير من أمراض الحساسية سواء فى الجهاز التنفسى أو فى العيون .

(د) التلوث بالجراثيم والفيروسات ، حيث تشكل الجراثيم السبب الرئيسى فى الكثير من أمراض الجهاز التنفسى كالسل الرئوى

وتعتبر الفيروسات من الملوثات الطبيعية أيضاً ويأتى ضررها من أنها تنقل الكثير من الأمراض الشائعة للإنسان ويرجع ذلك لسهولة انتقالها من الإنسان المصاب إلى الهواء الجوى ومن ثم إلى الإنسان السليم ، ومما يزيد من خطورة الأمراض الفيروسية هو صعوبة مكافحتها ومقاومتها نتيجة لطبيعة الفيروس المسبب للمرض .

الملوثات الصناعية لتلوث الهواء الجوى-مفهومها – ومصادرها :

وهى الملوثات الناتجة عن الأنشطة البشرية المتعددة صناعية وتقنية وزراعية وغيرها ، وهى متعددة لتعدد مصادرها ويمكن تصنيفها إلى :

(أ) ***ملوثات ناتجة عن احتراق الوقود*** : اللازم للصناعة ووسائل النقل والتدفئة ، وتتعدد أنواع الغازات والشوائب التى تتصاعد إلى الهواء نتيجة إحتراق الوقود فى المصانع ، ومحطات القوى وفى محركات السيارات ولكن أهم هذه الغازات : ثانى أكسيد الكربون Co_2 وأول أكسيد الكربون Co وثانى أكسيد الكبريت So_2 وبعض أكاسيد النتروجين مثل أول أكسيد النتروجين No وثانى أكسيد النتروجين No_2 بالإضافة إلى جزيئات الهباب والدخان والغبار الذى يتألف من جزيئات الكربون والرماد

وبعض الشوائب المحملة بأبخرة بعض الفلزات الثقيلة مثل الرصاص ، كما تعد السيارات ووسائل النقل المختلفة والتى تسير بالوقود المصدر الرئيسى فى تلوث هواء المدن وفى هذا الشأن يمكن تقسيم وسائل النقل والمركبات من حيث نوعية الوقود المستخدم إلى نوعين هما :

النوع الأول : وسائل النقل والمركبات التى تسير باستخدام البنزين.

ويعد البنزين حالياً هو أكثر أنواع الوقود شيوعاً فى تسيير معظم أنواع السيارات فى العالم ولذلك يُنظر إلى وسائل النقل على أنها من أكثر المصادر تلويثاً لهواء المدن خاصة المدن الكبرى ، ففى المملكة العربية السعودية " يعد تلوث الهواء من المشكلات الجديدة التى تعانى منها بعض المدن مثل الرياض وجده والدمام نتيجة للنهضة الصناعية والعمرانية وزيادة وسائل المواصلات فى السنوات القليلة الماضية "[١]

ويضيف المصدر السابق نفسه أنه " قد تضاعفت أعداد السيارات المسجلة خمس عشرة مرة خلال العشر سنوات الماضية بالسعودية. وارتفع الاستيراد السنوى من حوالى ٢٤ ألف سيارة فى أوائل العقد الماضى (السبعينيات) إلى حوالى ٤٣٣ ألف سيارة - عام ١٩٨٤م - أدى إلى رفع معدلات تلوث الهواء فى أواسط المدن الكبرى ارتفاعاً ملحوظاً ويعزى سببه الرئيسى إلى الغازات والمواد الملوثة المنبعثة من عوادم السيارات "[٢]

---

[١] أحمد عبد القادر المهندس : مرجع سابق. ص١٧٦.

[٢] نفس المرجع السابق ، ص ١٨٢ ص ٣١٠.

وتشكل الغازات الصادرة من محركات الاحتراق الداخلى للسيارة أكبر وأخطر ملوث للبيئة نظراً لانتشارها وكثرة أعدادها ، وعدم توافر العناية الكافية من صيانة ومراقبة على المحركات إضافة إلى ارتفاع مستوى مركبات الرصاص فى الوقود المستخدم ، ومما يزيد المشكلة سوءاً ، هو أن الجازولين فى دول الخليج العربية يمتاز بارتفاع نسبة مركبات الرصاص فيه إلى الحد الأعلى المسموح به عالمياً وهو (٠,٨٤ جم/لتر) ، وهى قضية- تلويث السيارات للبيئة – لا تحتاج إلى كثير من الإثبات ، ذلك أن حركة السير فى كثير من المدن الكبرى فى مصر ودول الخليج العربية ، على سبيل المثال لا تقل كثيراً عن بعض المدن فى الدول الأوروبية والأمريكية والتى تعانى من تلويث السيارات للهواء ، وتأتى الخطورة من تحول الرصاص العضوى المضاف إلى الوقود فى محرك السيارة إلى صورة غير عضوية ويخرج من عوادم السيارة على شكل جزيئات أو أبخرة دقيقة محملة بأملاح الرصاص المختلفة مثل أكاسيد وكلوريدات وبروميدات الرصاص التى تتحول فى الجو إلى كربونات الرصاص ، حيث يضاف الرصاص إلى الوقود على هيئة رابع إيثيل الرصاص أو رابع ميثيل الرصاص $Pb(CH_3)_4$ لتحسين مواصفاته .

وتشمل نواتج احتراق البنزين – بجانب ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء المواد الضارة التالية : أكسيد وكربونات الرصاص ومركبات الرصاص المحتوية على الأكسجين والهالوجين ، وأول أكسيد الكربون وأكاسيد النتروجين وأبخرة النتروجين وأبخرة المواد

الهيدروكربونية ، كما تتكون أيضاً مواد أخرى مثل الفورمالدهيد والأستالدهيد ، كما تتكون مادة الأوزون أيضاً نتيجة لتفاعلات أكاسيد النتروجين والمواد الهيدروكربونية فى وجود الضوء والأكسجين .

النوع الثانى : وسائل النقل والمركبات التى تسير باستخدام الديزل :

تعد الملوثات الناجمة عن مركبات الديزل قليلة نسبياً إذا قورنت بالمحركات المسيرة بالبنزين ، فهى لا تمثل أكثر من ١% من عدد السيارات بالولايات المتحدة الأمريكية مثلاً ، وهى تستهلك من (٣-٥ %) من الوقود المستخدم ويخرج فى عادم محركات الديزل عشر ما يخرج من محرك السيارات المزودة بمحرك يستخدم البنزين من غازات أول أكسيد الكربون وإن كانت تخرج نفس الكمية من الهيدروكربونات ، وقد تكون نواتج أكاسيد النتروجين فى محركات الديزل أكبر بعض الشئ من حالة محركات البنزين وتعتبر مشكلة كمية الدخان المنبعث والرائحة من مشكلات محركات الديزل أيضاً .

(ب) ***ملوثات الهواء الناتجة عن مخلفات الصناعة*** :

تولد المصادر الصناعية مجموعة من المواد الملوثة تتوقف على الأساليب المستخدمة والآلات المستحدثة ، وهى تنتج على المستوى العالمى حوالى (٢/٥) خمسى المواد الملوثة الشائعة وهى :

- أول أكسيد الكربون .
- أكاسيد النتروجين .

- ثانى أكسيد الكبريت .
- الجسيمات .
- الهيدروكربونات .

ومن أهم المصادر المنتجة لتلك المواد الملوثة ، مصانع الكيماويات العضوية وغير العضوية ، وتعتبر الصناعة هى أهم مصادر الجسيمات ، كما أنها المصدر الثانى لأكاسيد الكبريت ، فنجد مثلاً :

- احتراق الفحم الحجرى ينتج عنه بعض المعادن شديدة التلوث للبيئة مثل الزئبق والزرنيخ واليورانيوم والكادميوم .
- صناعة الأسمنت والتى ينتج عنها كميات هائلة من الأدخنة ، والأتربة مثل ما يحدث الآن فى ضاحية حلوان ، حيث توجد مصانع الأسمنت فى طره حيث ينطلق منها غازات سامة من احتراق الوقود وكميات كبيرة من الغبار .
- عمليات استخراج الفوسفات كما هو الحال فى سفاجا على البحر الأحمر حيث لوحظ انتشار أمراض الرئة بين عمال استخراج الفوسفات فى مناجم الفوسفات .
- مصانع الحديد ينتج عنه غازات ومركبات ضارة مثل ثانى أكسيد الكبريت والمنجنيز ومركبات الزرنيخ ، والفسفور والرصاص وأبخرة الزئبق .
- صناعة النفط تطلق كميات من أكاسيد الكبريت والنتروجين والنشادر وأول أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين .

- صناعة الألومنيوم والأسمدة الفوسفاتية ، وينتج عنها أيضاً كثير من الملوثات ومنا غاز فلوريد الهيدروجين (HF) وهو يضر بالإنسان والحيوان فيسبب تآكل الأسنان بالنسبة للإنسان والحيوان كما يصيب الحيوانات ببعض الأمراض التى ينتج عنها نقص نموها وانخفاض فى كمية الحليب التى تعطيها .

ويوضح الجدول التالى ملخصاً لبعض الملوثات الناتجة عن الصناعات المختلفة. جدول رقم (١) يوضح بعض المخلفات الملوثة الناتجة عن الصناعات المختلفة

الصناعة	المواد والمخلفات المنبعثة
مصانع الصلب	الجسيمات-الدخان-أولأكسيد الكربون-الفلوريدات
تكرير البترول	ثانى أكسيد الكبريت-الجسيمات-معادن مختلفة
مصانع الأسمنت	الجسيمات - مركبات الكبريت
مصانع حمض الكبريتيك	ثانى أكسيد الكبريت وثالث الأكسيد - ضباب حمض الكبريتيك
مسابك الصلب وحديدالزهر	الجسيمات-الدخان-روائح كريهة
مصانع الورق	مركبات الكبريت-الجسيمات-الروائح
صناعةالأسمدة الفوسفاتية	الفلوريدات-الجسيمات-الآمونيا
صناعة الألومنيوم	الجسيمات-الفلوريدات
صناعة حمض النيتريك	أكاسيد الأوزون
مصانع النسيج	الجسيمات - ومركبات كيميائية

(ج) ملـوثات الهـواء الناتجـة عـن حـرق أو إعادة استعمال المخلفات والنفايات البشرية والصناعية :

يؤدى النشاط الصناعى المتزايد إلى زيادة النفايات الصناعية ، وهذه النفايات تشكل أخطاراً على الصحة العامة وعلى الهواء والتربة والنبات والحيوان ، وتوصف معظم النفايات المولدة عن الصناعات الكيميائية وصناعة تكرير البترول والصناعات المعدنية بأنها خطرة ، ويتم التخلص من هذه النفايات بطرق مختلفة ، منها حرق النفايات أو إلقائها خارج المدن والتجمعات السكنية أو طمرها فى باطن الأرض ، وأحيانا تصدر لدول العالم الثالث ، ومن هذه الدول الفلبين التى تستقبل نفايات صناعية من الولايات المتحدة الأمريكية ، وكذلك كوريا الجنوبية والهند ، كما تستقبل نيجيريا نفايات صناعية من دول شرق أوروبا وألمانيا ، وتستقبل المكسيك ، وكذلك زيمبابوى ، نفايات صناعية من الولايات المتحدة ، وعلى الرغم من تصدير الولايات المتحدة لكميات كبيرة من نفاياتها الصناعية ، فإن بها أماكن لطمر النفايات تقدر بنحو ٧٦ ألف موقع ، وتقدر كمية نفاياتها السنوية بنحو ٧٠ مليون طن سنوياً ، وقدرت نفايات المملكة المتحدة الصناعية عام ١٩٨٦ بنحو أربعة ملايين طن ، وأخطر هذه النفايات هى النفايات والمخلفات الناتجة عن المفاعلات النووية لخطورتها واستمرارية تلويثها لفترات زمنية طويلة جداً ، وتلويثها لجميع عناصر البيئة من هواء وماء وتربة وكائنات حية ، وقد دلت الدراسات أن بعض الأطفال الذين ولدوا فى

مناطق قريبة من مطامر النفايات يزيد بينهم مرض التهاب العيون والإصابة بالطفوح الجلدية وآلام المعدة.

أما النفايات المنزلية وتشمل المخلفات التى تنتج عن الاستخدام المنزلى كمخلفات الأطعمة وما شابهها من المخلفات الصناعية والتجارية، كالنفايات الناجمة عن المسالخ والمطاعم ، ويحتاج هذا النوع من النفايات إلى المعالجة السريعة بعيدا عن المناطق المأهولة بالسكان . نظراً للأضرار التى يسببها ، فهى سريعة التعفن ، نتيجة لاحتوائها على مواد عضوية ، مما يجعلها مصدرا للروائح الكريهة ، كما تؤدى إلى تكاثر الحشرات والقوارض الناقلة للأمراض .

وقد تزيد النفايات المنزلية وتنقص تبعاً لوعى المجتمع ذاته ، فكلما كان المجتمع واعياً أحسن استخدام المخلفات العضوية ففى ألماني الغربية كانت مخلفات الأطعمة تقريباً من ١٠ – ٢٠ % من النفايات المنزلية ، بينما فى جده عام ١٩٨٦ وصلت نسبة مخلفات الأطعمة إلى ٤٩% من النفايات فى الأحياء السكنية . [١]

وتكون المخلفات الورقية و البلاستيكية نسبة كبيرة من المخلفات المنزلية ، ففى الولايات المتحدة الأمريكية تزيد المخلفات الورقية سنوات عن أربعة ملايين طن ، ويستعملون سنويا ثلاثين مليار رطل من البلاستيك ترمى جميعاً فى المزابل ، والتخلص من النفايات بحرقها يتسبب فى تلوث الجو ومصادر المياه والتربة حيث أن حرق طن واحد

---

[١] سعيد محمد رفاع ، مرجع سابق . ص١٦٣ .

من النفايات ينتج عنه ما يقرب من ٤٠٠٠م[٣] من النفايات التى تحتوى على عدد من الملوثات من أهمها أكاسيد النتروجين وأكاسيد الكبريت والتى تسقط على شكل أمطار حمضية .

المخاطر والمشـــكلات البيئية الناجمة عن ملوثات الهواء الجوى :

تتعدد المخاطر والمشكلات البيئية الناجمة عن ملوثات الهواء الجوى بتعدد هذه الملوثات نفسها وتعدد تأثيراتها على مكونات البيئة والتى يمكن عرضها فى الآتى :

(١) مخاطر تلوث الهواء الجوى بأول وثانى أكسيد الكربون :

تنتج أكاسيد الكربون (ثانى أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون) كنواتج فى عمليات الاحتراق ، ففى آلة الاحتراق الداخلى لكى يكون الاحتراق تاماً يجب أن تكون نسبة الهواء فى الوقود فيها (١٥ : ١) والنواتج الأساسية فى هذه الحالة هى ثانى أكسيد الكربون Co_2 وبخار الماء وعندما تقل النسبة عن (١٥ : ١) تكون عملية الاحتراق غير تامة وينتج عنها بعض الملوثات الأخرى مثل أول أكسيد الكربون Co وأنواع مختلفة من الهيدروكربونات وأكاسيد النتروجين .

ومن الملاحظ أن نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون قد ارتفعت فى السنوات الأخيرة فى الغلاف الجوى عن نسبته فى بداية القرن العشرين والسبب فى ذلك معروف من التقدم العلمى ومخلفات الصناعة ومحركات آلات الاحتراق الداخلى وغيرها ، فكل جرام واحد من المادة العضوية

عند احتراقه يعطى ١,٥ - ٣ جرامات من غاز ثانى أكسيد الكربون ، ومن الطبيعى أن عمليات الاحتراق لا تتوقف بل فى تزايد مستمر، ومن فضل الله سبحانه وتعالى علينا أن أمد الكون بوسائل من شأنها أن تحدث نوعاً من التوازن فى دورة هذا الغاز المهم والضرورى بنسبته العادية لحياة الكائنات الحية ، فجزء كبير من غاز ثانى أكسيد الكربون يذوب فى مياه البحار ، والنباتات تساهم مساهمة فعالة فى امتصاص جزء كبير من غاز ثانى أكسيد الكربون المنطلق فى الهواء لاستخدامه فى بناء أجسامها ، وفى تكوين ما تحتاجه من مواد عضوية ، ونسبة هذا الغاز تزيد فى أوقات معينة من العام وتقل فى أوقات أخرى نظراً لنشاط عمليات البناء الضوئى فى النبات فتقل نسبته فى فصل الربيع وتزيد فى فصل الشتاء عندما تصل عملية البناء الضوئى فى النبات إلى أقل قيمة لها. كما أن إزالة الغابات وحرائقها فى بعض الدول مثل البرازيل وبعض مناطق أفريقيا تسهم بشكل واضح فى زيادة نسبة ثان أكسيد الكربون فى الهواء .

ولقد أخل التقدم التقنى للإنسان بهذا التوازن الطبيعى إلى حد كبير ، فلم تعد هذه العمليات السابقة مجتمعة بقادرة على التخلص من الزيادة فى كمية غاز ثانى أكسيد الكربون الناتجة من الإسراف الشديد فى إحراق الوقود والتى ينتج عنها كل عام مليارات الأطنان من هذا الغاز .

وتقدر نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون فى الهواء الجوى بمقدار ٠,٠٣% أى (٣٠٠ جزء من المليون) ، كما تفيد بعض التقارير أن

نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون فى تزايد مستمر حيث كانت ٢٦٠ جزء فى المليون فى نهاية القرن الثامن عشر ارتفعت إلى ٣٤٥ جزءاً فى المليون فى نهاية عام ١٩٨٤ ، وهناك من يرى أنه إذا استمر إحراق الوقود وإزالة الغابات بالشكل الحالى فإن نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون سترتفـــع إلـــى الضـــعف تقريـــباً فـــى أوائل القرن الحالى (حوالى عام ٢٠٢٠م) . [١]

ومن خواص غاز ثانى أكسيد الكربون أنه شفاف تماماً بالنسبة للضوء المرئى ، وكذلك بالنسبة للأشعة فوق البنفسجية ، ولذلك يمر فيه ضوء الشمس بسهولة تامة ليصل إلى سطح الأرض ، وعندما ترتفع درجة حرارة سطح الأرض ، تحت وطأة أشعة الشمس ، ينبعث من هذا السطح بعض الإشعاعات الحرارية ليمر خلال الطبقات الدنيا من الغلاف الجوى .

ونظراً لأن هذه الإشعاعات الحرارية تكون موجاتها أطول من موجات الضوء المرئى المعتاد ، ويقع أغلبها فى نطاق الأشعة تحت الحمراء ذات الموجات الطويلة ، فإن هذه الإشعاعات لا تستطيع أن تمر فى غاز ثانى أكسيد الكربون ، بل تقوم جزيئات هذا الغاز بامتصاصها .

ويترتب على ذلك أن غاز ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الهواء يقوم بحجز جزء من الطاقة الحرارية المنبعثة من سطح الأرض

---

[١] محمد السيد أرناؤوط : الإنسان وتلوث البيئة ، ط٣ ، القاهرة ، الدار المصرية اللبنانية ، ١٩٩٧ . ص ٥٥. سابق ، ص٥٥.

ويترتب على ذلك ارتفاع درجة حرارة الجو عن معدلها الطبيعى وهو ما يعرف بظاهرة الصوبة الزجاجية ، وتلك الأمور يترتب عليها ما يلى :

- ارتفاع درجة حرارة الجو بهذا الشكل سيؤدى إلى انصهار جزء من طبقات الجليد التى تغطى القطبين الشمالى والجنوبى للأرض ، وانصهار الجليد المغطى لقمم الجبال فى بعض المناطق مما سيؤدى إلى ارتفاع مستوى سطح الماء فى البحار والمحيطات وإلى إغراق كثير من حواف القارات بما عليها من مدن ومنشآت .

- توزيع سقوط المطر سوف يختل فتعانى بعض المناطق من الجفاف بينما تعانى مناطق أخرى من السيول ، ونتيجة لذلك يتأثر الإنتاج العالمى للمحاصيل الزراعية وتحدث المجاعات، كما أن الثروة السمكية ستتأثر لغمر الشواطئ ، بل إن النظام البحرى سوف يختل بوجه عام مما يهدد بفقدان مصدر من مصادر الطعام ، وقد يؤدى ذلك لرفع أسعار الغذاء مما يهدد حياة الشعوب الفقيرة .

- امتداد فترات الجفاف وتتابعها قد يؤدى إلى شح خطير فى المياه والقضاء على التنوع البيولوجى حيث إن هناك أنواع كثيرة من الكائنات الحية لا تقوى على الهجرة السريعة للهرب من موجات الجفاف مما يؤدى للقضاء على أنظمة بيئية كاملة .

أما الأضرار البيئية الناتجة عن تلوث الهواء الجوى بغاز أول أكسيد الكربون فتعود إلى المخاوف التى يثيرها غاز أول أكسيد الكربون فهو غاز سام للإنسان بأى نسبة على عكس غاز ثانى أكسيد الكربون حيث إن الأخير له دوره فى الطبيعة من خلال عملية البناء الضوئى ، أما أول أكسيد الكربون فتكمن خطورته من أنه يتحد بمادة الهيموجلوبين فى الدم بدلاً من الأكسجين حيث إن له قدرة تفوق قدرة الأكسجين بمقدار ٣٠٠ مرة فى الاتحاد مع الهيموجلوبين ، ويمكن توضيح ذلك من خلال المعادلات التالية :

CO + هيموجلوبين ← كاربوكسى هيموجلوبين

O_2 + هيموجلوبين ← أكسى هيموجلوبين

أما Co_2 فليس له القدرة على الاتحاد مع الهيموجلوبين ، ولذلك فإن أول أكسيد الكربون من أخطر الغازات على صحة الإنسان لأن مادة الكاربوكسى هيموجلوبين تقلل من كفاءة الدم فى نقل الأكسجين والنسب المنخفضة منه تسبب الصداع أو الدوار والتركيز العالى منه يؤدى إلى الغيبوبة والوفاة . كما يؤثر هذا الغاز فى عمل بعض الأنزيمات ، ويقلل من كفاءتها ، ولذلك فإن تركيز أول أكسيد الكربون يجب ألا يتعدى ٩ أجزاء فى المليون .

وعندما يتعرض الإنسان إلى جو يحتوى على ١٥ جزء فى المليون من أول أكسيد الكربون ، فإن طاقة جهاز الدوران على حمل الأكسجين تقل بمعدل ١٥ % ، وعندما تكون حركة المرور فى الشوارع

العامة مزدحمة فإن تركيز أول أكسيد الكربون فى الهواء يزيد على ١٥ جزء فى المليون ، وكثيراً ما تصل إلى ٣٠ جزء فى المليون لذلك كثيراً ما يصاب سكان المناطق المزدحمة وشرطة المرور بأعراض الصداع وضعف الرؤية ونقص فى تناسق العضلات والغثيان وآلام باطنية وإرهاق وحاجة كبيرة إلى النوم، ويزداد تأثير أول أكسيد الكربون إذا كان الأشـــخاص يعانـــون من أمراض الجهاز التنفسى وفقر الدم وغيرها "[١] ومما يزيد من خطورة أول أكسيد الكربون أنه يبقى فى الهواء ثابتاً لمدة شهرين إلى أربعة أشهر .

(٢) مخاطر تلوث الهواء الجوى بأكاسيد النتروجين :

تتضمن نواتج احتراق البنزين أكاسيد النتروجين وهى توجد على عدة أشكال هى : أكسيد النيتريك No ، وثانى أكسيد النتروجين No_2 ورابع أكسيد النتروجين N_2O_4 وخامس أكسيد النتروجين N_2O_5 ويعد أكسيد النيتريك No وثانى أكسيد النتروجين No_2 أكثرها خطورة وتلويثاً للبيئة وتتكون نتيجة لاحتراق بعض مقطرات البترول مثل السولار والجازولين وعند احتراق الفحم أو المازوت فى محطات القوى وغيرها من المنشآت الصناعية ، وذلك نتيجة لتفاعل نتروجين الهواء الجوى مع الأكسجين عند درجات الحرارة العالية سواء فى السيارات أو محطات توليد الكهرباء والمصانع على النحو التالى :

---

[١] محمد العودات : التلوث وحماية البيئة ، دمشق ، الأهالى للنشر والتوزيع ، ١٩٨٨. ص ٥٤.

$$N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$$

ويتفاعل أكسيد النيتريك مع الأكسجين

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$

والمخاطر البيئية تكمن فى :

- غاز ثانى أكسيد النتروجين يصيب الرئتين ويؤثر على الحيوان، وإذا وجد بتركيز عالٍ فإنه يعوق نمو النبات ويقلل من إنتاجه الثمرى .
- وفى وجود الرطوبة العالية فإن أكاسيد النتروجين تذوب فى بخار الماء مكونا حمض قوياً هو حمض النيتريك الذى يتفاعل مع المعادن ويسبب تآكلها ويؤثر على المنشآت ويرفع درجة حموضة التربة والمياه .

$$4NO_2 + 2H_2O + O_2 \rightarrow 4HNO_3$$

- تلعب أكاسيد النتروجين دورا رئيساً فى تآكل طبقة الأوزون O_3 والمعروفة بحمايتها للكائنات الحية على سطح الأرض من أضرار الأشعة فوق البنفسجية الآتية من إشعاع الشمس حيث

. يتفكك ثانى أكسيد النتروجين إلى أكسيد نيتريك وأكسجين ذرى وأكسيد النيتريك يتفاعل مع طبقة الأوزون ويحطمها :

$$NO_2 + h\nu \rightarrow NO + O$$

$$O + O_2 \rightarrow O_3$$

$$O_3 + {}_3NO \rightarrow {}_3NO_2$$

وثانى أكسيد النتروجين ماص قوى للأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس وحافز للتفاعلات الكيميائية الضوئية المكونة للضباب المحمل بالدخان فى الأجواء الملوثة .

(٣) مخاطر تلوث الهواء الجوى بأكاسيد الكبريت :

وهى عبارة عن ثانى وثالث أكسيد الكبريت ، وينتج غاز ثانى أكسيد الكبريت من احتراق الفحم ، ومنتجات البترول ، كما ينتج ثانى أكسيد الكبريت من صناعات عديدة مثل صناعات تكرير البترول والتعدين ومحطات توليد الكهرباء ، وأكاسيد الكبريت لها أضرار كبيرة بالنسبة للإنسان والحيوان والنبات والمواد التى توجد على الأرض ويبدأ تأثر الإنسان بثانى أكسيد الكبريت عندما يصل تركيزه إلى ٠,٢ جزء فى المليون ، وعندما يصل التركيز إلى ٢٠ جزء فى المليون يبدأ الإنسان بالسعال المباشر، ويتأكسد ثانى أكسيد الكبريت إلى ثالث أكسيد الكبريت الذى يذوب فى قطرات الماء عند درجات الرطوبة المرتفعة أو بفعل المطر مكوناً حمض الكبريتيك .

ويمكن تلخيص هذه المضار فى الآتى :

- بالنسبة للإنسان يدخل ثانى أكسيد الكبريت فى الجهاز التنفسى عن طريق التنفس ويتم إخراجه عن طريق البول على هيئة كبريتات ، ويؤثر على الجهاز التنفسى للإنسان والحيوان ويعمل على التهيج الشديد للاغشية المخاطية مسببا السعال الجاف والألم الصدرى وإلتهاب القصاب الهوانية وضيقاً فى التنفس ويسبب الربو والتعرض الشديد لغاز SO_2 يسبب ظهور أعراض نقص حاسة التذوق وحاسة الشم وإلتهاب القصبات المزمن والتصلب الرنوى ، ويهيج الغشاء المخاطى للعيون ويهيج الجلد ومعظم تأثيراته لها صفة الديمومة وقليل ما يؤثر فيه العلاج .

- وبالنسبة لتأثيرات ثانى أكسيد الكبريت على النبات فيؤدى الى اصفرار الأوراق وظهور البقع ثم تجعد نصل الورقة وموتها وسقوطها . ثم انخفاض فى معدل التمثيل الضوئى بسبب ان حمض الكبريتيك الناتج عن ذوبان الغاز يتفاعل مع صانعات اليخضور ويؤدى إلى تحول اليخضور الى Pheophytin يضعف من قدرة النبات فينخفض انتاجه ويضعف من مقاومته للعوامل الجوية .

- يتحول ثانى أكسيد الكبريت SO_2 إلى ثالث أكسيد الكبريت SO_3 وفى الرطوبة يتحول إلى حبيبات من حمض الكبريتيك

والذى له أضرار على الجهاز التنفسى وعلى الأنسجة الحية والأنسجة الصناعية وخاصة البيلون ومواد البناء والمعادن ، ويشكل حمض الكبريتيك H_2SO_4 بالإضافة إلى حمض النيتريك HNO_3 المكونين الرئيسيين للأمطار الحمضية Acid rains والتى أصبحت أحد أكبر المشاكل البيئية التى تقلق الدول الصناعية فى أمريكا الشمالية وغرب أوروبا ، وتؤثر الأمطار الحمضية على الأبنية والمنشآت والتماثيل ، كما تؤثر سلباً على التربة حيث ترتفع درجة حموضتها مما يؤدى إلى قتل أو انخفاض نشاط الكائنات الدقيقة كالبكتريا المثبتة للأذون ، وانخفاض معدل تحلل المواد العضوية فى التربة يؤدى إلى زيادة سماكتها إلى الحد الذى يعوق نفاذ الماء إلى داخل التربة ، ويؤدى إلى انخفاض إنتاج الغابات ، كما أثرت الأمطار الحمضية على البحيرات ، فتبين الدراسات أن ١٨ ألف بحيرة من أصل ٨٥ ألف بحيرة قد تأثرت بالأمطار الحمضية ، كما أدى التلوث بالأمطار الحمضية فى بعض هذه البحيرات إلى موت الكثير من الكائنات التى تعيش فى هذه البحيرات وخاصة الأسماك والضفادع . وعلى سبيل المثال تشير الدراسات إلى أن حموضة الأمطار التى سقطت فوق السويد عام ١٩٨٣ كانت أعلى بعشرات المرات من حموضة الأمطار التى سقطت عام ١٩٦٩.

- وعندما يختلط غاز (SO_2) بالضباب الدخانى فوق المدن فإنه يسبب أضراراً للإنسان، وقد يؤدى إلى وفاة المصابين منهم بأمراض الجهاز التنفسى ، ونظرا لخطورة هذا الغاز فإن بعض المصانع تعمل على استخدام وقود قليل أو عديم الكبريت وبعض المصانع تعمل بمداخن لتمرير المخلفات الغازية على كربونات الكالسيوم (الحجر الجيرى $CaCO_3$) قبل إطلاقها إلى الهواء الجوى :

$$2CaCO_3 + 2SO_3 \rightarrow 2\ CaSO_4 + 2CO_2$$

وهـــى طـــريقة ناجحـــة للتخلص من أكاسيد الكبريت ولكن تبقى مشكلة التخلص من كبريتات الكالسيوم ($CaSO_4$).

٤ ـــ مخاطر تآكل طبقة الأوزون وتلوث الهواء الهواء الجوى :

يتشكل الأوزون (O_3) فى الهواء تحت تأثير الأشعة الشمسية والبرق . ويعتبر الأوزون اخطر الملوثات المؤكسدة . وهو سام للإنسان بأى تركيز وله رائحة مميزة ويؤدى إلى المخاطر التالية :

- حساسية الأغشية المخاطية للعيون والجهاز التنفسى ويسبب السعال ويحدث تورمات خطيرة فى أنسجة الرئتين .
- وفى النباتات يسبب تبقع الأوراق وبرقشتها ويعوق نشاط الأنزيمات ويخرب الشبكة الأندوبلازمية فى النبات ويقلل من

معدل التمثيل الضوئى ، كما يؤثر فى المنسوجات إذ يتلف الأصبغة المستخدمة فى تلوينها ويتسبب فى تخريب المطاط وخاصة فى إطارات السيارات .

ورغم أخطاره وسميته فإنه ضرورى للحياة على كوكب الأرض لأنه يقوم بحمايتها من الأشعة فوق البنفسجية الموجودة فى ضوء الشمس ويعد تحطيم طبقة الأوزون من أهم المشكلات البيئية التى ظهرت فى الأعوام الأخيرة .

- والأوزون يوجد فى الغلاف الجوى على شكل طبقة على ارتفاع ٢٠-٣٠ كم من سطح الأرض أى أنه يوجد عادة فى طبقة الستراتوسفير بالغلاف المحيط بالأرض ، ويتراوح سمك طبقة الأوزون ما بين ٢-٨ كم ، ويتكون الأوزون عندما يتعرض أكسجين الهواء الجوى لتأثير الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من أشعة الشمس ، فيحدث انحلال لبعض جزيئاته تحت تأثير هذه الأشعة ، ويتحول إلى ذرات أكسجين نشطة ، ثم تتحد بعض هذه الذرات مع جزيئات الأكسجين العادية O_2 مكونة غاز الأوزون وذلك كما هو موضح فى المعادلة التالية :

$$O_2 \xrightarrow[\text{(الأشعة فوق البنفسجية)}]{U.V} O + O \text{ (ذرة أكسجين نشطة)}$$

$$O_2 + O \longrightarrow O_3$$

- وأثناء هذه العملية يتم امتصاص كمية كبيرة من الأشعة فوق البنفسجية (٧٠-٩٠%) الصادرة من الشمس ، وبذلك لا يصل منها إلى سطح الأرض إلا كمية ضئيلة لا تؤثر فى حياة الكائنات الحية على الأرض ، وعلى ذلك فإن طبقة الأوزون تمثل غلافاً واقياً لسكان الأرض من مخاطر الأشعة فوق البنفسجية التى تسبب احتراق الجلد ، والتهاب العيون وسرطان الجلد وتجمد بشرة الجلد نتيجة ضعف وموت بعض الخلايا المكونة للطبقة السطحية للجلد ، وبالتالى ارتفاع نسبة الإصابة بسرطان الجلد ، وإعاقة المناعة الطبيعية للجسم مما يجعله عرضة للإصابة بالأمراض الفيروسية والأورام .
- كذلك فإن الأوزون يقوم بدور هام فى عملية تنظيم درجات حرارة الأرض ، مثله مثل ثانى أكسيد الكربون ، حيث أن الأوزون يعتبر من غازات " الصوبة الزجاجية " ، فعندما يزيد تركيزه فى الطبقات الدنيا من الغلاف الجوى ، فإنه يتم امتصاص كمية أكبر من الأشعة تحت الحمراء (Infrared) قبل نفاذها إلى الفراغ الكونى ، وهذا يؤدى إلى ارتفاع درجة الحرارة على الأرض ، أما فى الطبقات العليا للغلاف الجوى حيث يتم امتصاص الأشعة فوق البنفسجية بواسطة الأوزون ، فإن ذلك أيضاً يساعد على تنظيم درجات حرارة الغلاف الجوى المحيط بالأرض ، وعلى ذلك فإن التغير فى تركيز كمية الأوزون على

أى ارتفاع فى طبقات الغلاف الجوى يؤثر تأثيراً واضحا على مناخ الأرض .

(٥) مخاطر تلوث الهواء الجوى بكبريتيد الهيدروجين H_2S :

يتلوث الهواء الجوى بغاز كبريتيد الهيدروجين H_2S الناتج من بعض الصناعات والتى يستخدم فيها الكبريت أو بعض مركباته مثل صناعة الورق والصناعات النفطية وهو غاز سام جداً يفوق فى سميته غاز أول أكسيد الكربون ويدخل إلى الجسم عن طريق التنفس والجلد .

وينتج هذا الغاز أيضاً نتيجة تحلل المخلفات البشرية وتخمر المواد العضوية ، وهو غاز سام وله تأثير مباشر على الجهاز العصبى المركزى والقدرة على التفكير ، كما يؤثر على سلامة الجهاز التنفسى ويثبط عملية الأكسدة الخمائرية ويهيج الأغشية المخاطية والحنجرة .

(٦) مخاطر تلوث الهواء الجوى بأبخرة الرصاص :

تنتج أبخرة الرصاص من مصانع البطاريات ، ومصانع البويات وكذلك عند تنقية خامات الرصاص لفصل الرصاص النقى ، كما تنتج أبخرة الرصاص أيضاً من عوادم السيارات حيث يضاف الرصاص إلى البترول لتقليل معدل احتراقه فى آلات الاحتراق الداخلى للسيارات ، وتحسين مواصفات البنزين ورفع رقمه الأوكتينى ، وتعتبر مادة رابع اثيل الرصاص واحدة من أهم هذه المواد وأكثرها استعمالاً لهذا الغرض ، وعندما يحترق الوقود المحتوى على الرصاص يتحول إلى ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء ويتأكسد الرصاص الموجود فى رابع ايثيل إلى

أكسيد الرصاص ، وهى مادة جامدة لا تتطاير وتترسب بمرور الوقت على الجدار الداخلى للمحرك، وباستمرار الوقت تفسد المحرك وتجعله غير صالح للعمل ولذا تضاف إلى البنزين مادة اخرى (بروميد الايثيلين) بغرض التخلص من رواسب الرصاص بتحويله إلى مادة متطايرة مثل بروميد الرصاص وهذه المادة تتسبب بشكل فعال فى تلوث الهواء .

وقد تبين أن مادة بروميد الرصاص المتطايرة تكون مع الهواء معلقا دقيقاً جداً من نوع (الايروسول) Aerosol بمجرد خروجها من عادم السيارات ، ويشبه هذا الإيروسول الضباب إلى حد كبير ، ولكنه ضباب تتعلق فيه مادة صلبة فى غاز . وقد تبين أن هذا المعلق يبقى ثابتاً فى الهواء مدة طويلة ، وهو ينتشر فى جو المدن ويدخل إلى المكاتب والمساكن من الفتحات المختلفة . ويصل تركيز فلز الرصاص إلى ١٠-٥٠ ميكروجرام فى المتر المكعب من الهواء ، والميكروجرام يساوى جزءا من مليون جزء من الجرام ، وبرغم صغر هذه النسبة إلا أنها خطيرة على صحة وسلامة الكائنات الحية وذلك بسبب السمية الشديدة لهذا الفلز وقدرة أجسام هذه الكائنات على تركيز هذا الفلز ، خصوصا وأن سكان المدن يتعرضون لهذه الملوثات كل يوم .

وتوجد مجموعة من العناصر الأخرى التى تشكل خطورة على تلوث الهواء شأنها فى ذلك شأن الرصاص ومنها الزنبق والنحاس والكادميوم والزرنيخ والزنك والتى تتصاعد يومياً من مداخن آلات المصانع التى تعمل ليلاً نهارا ، وهى عناصر شديدة السمية بالنسبة

للكائنات الحية وخصوصاً الإنسان ، حيث نستنشق رقائق هذه الفلزات مع كل شهيق فى كل مكان ، فى المنازل والمكاتب والحدائق العامة وغيرها ، بل وصل التلوث بالرصاص إلى الأغذية التى يتناولها الإنسان أيضاً .

ومن المخاطر البيئية لتلوث الهواء بأبخرة الرصاص ما يلى :

- إصابة الإنسان خصوصاً الأطفال ببعض الأمراض منها العته والتخلف العقلى والغباء وكبر حجم الرأس وبروز العينين .
- كما يؤثر على الحالة النفسية للمصاب نتيجة تراكمه فى أعضاء الجسم مثل المعدة والكبد والكلى وقد يصل إلى المخ والعظام ، ويسبب الصداع والضعف العام وآلام تشنجية فى المعدة .
- يسهم التلوث بالرصاص فى تلويث الهواء الجوى وتكوين الضباب الدخانى فى أجواء المدن مما يسبب تلوث كل مكونات التربة بها من هواء وماء وتربة والوصول إلى حالات التلوث الحاد .
- ومن المخاطر أيضاً تلوث غذاء الإنسان نتيجة لأبخرة الرصاص المنطلقة فى الهواء الجوى حيث بينت الدراسات أن الخضراوات والأراضى المنزرعة على جوانب الطرق السريعة تلوثت بالرصاص نتيجة عوادم السيارات التى تمر على هذه الطرق .

ولقد تنبهت كثير من الدول لخطورة تلوث الهواء من جراء استخدام البنزين المضاف إليه مركبات الرصاص وقامت بعمل نوع من الحظر على استخدام هذا النوع من الوقود ، وقامت بإضافة مواد أخرى إلى البنزين بدلاً من رابع اثيل الرصاص مثل : بعض الكحولات فيما يعرف باسم (الجازوهول) أو بعض الهيدروكربونات ، وبعض هذه الأنواع الجديدة من البنزين قد أفادت فى الإقلال من تلوث الهواء بالرصاص إلا أنها ما زالت سبباً فى تكوين الضباب الدخانى ، وفى بعض حالات التلوث الحاد التى تحدث فى أجواء بعض المدن .

(٧) مخاطر تلوث الهاء الجوى بالشوائب وبعض العناصر الأخرى :

تحتوى الغازات المتصاعدة من مداخن المصانع على كثير من الشوائب والأبخرة والمواد العالقة ، وتحتوى هذه الغازات فى كثير من الأحيان على أبخرة مركبات شديدة السمية مثل : مركبات الزرنيخ والفوسفور والكبريت والسلينيوم كما تحمل معها بعض مركبات الفلزات الثقيلة مثل مركبات الزئبق والرصاص والكادميوم ، وتبقى هذه الشوائب معلقة فى الهواء على هيئة أيروسول أو ضباب خفيف ، وتظهر آثار هذا النوع من التلوث بوضوح فوق مناطق التجمعات السكنية وقد يمتد إلى مناطق أخرى نتيجة حركة الرياح .

وتبلغ كمية الشوائب التى تتصاعد من المنشآت الصناعية ومحطات القوى كميات لا يمكن الاستهانة بها ، فمثلاً محطة الكهرباء

التى تصل قوتها إلى ١٠٠٠ ميجاوات وتعمل بالفحم تطلق كل ساعة نحو ٢٠ طناً من غاز ثانى أكسيد الكبريت ، ٣,٥ طن من أكاسيد النيتروجين ونحو ٤٥ طناً من الرماد المتطاير ، ويتضح من ذلك أن المنشآت الصناعية تدفع إلى الهواء كل يوم بكميات هائلة من الرماد والشوائب، يبقى أغلبها معلقاً فى الهواء وتحتوى عل كثير من المواد الضارة بالبيئة وبصحة الإنسان وتعانى بعض المدن العربية فى الوقت الحالى من هذا النوع من التلوث .

فمدينة القاهرة يحدها من الشمال ضاحية (شبرا الخيمة) والتى أقيم بها نحو ١٠٠٠ مصنع تنتج أصناف متعددة من المنتجات ، منها مصانع النسيج والصباغة والزجاج وبعض الصناعات المعدنية والكيميائية الأخرى ، وتحمل الرياح السائدة بها وهى رياح شمالية إلى شمالية غربية كثيراً من الشوائب العالقة بغازات هذه المصانع والتى تسقط كل يوم فوق مدينة القاهرة، كذلك أقيم فى جنوب القاهرة فى حلوان منطقة صناعية أخرى فيها نحو ٣٠ صناعة مختلفة مثل : صناعة الحديد والصلب وصناعة الكوك والكيماويات الأساسية وصناعة السيارات وعربات السكك الحديدية وصناعة الأسمنت . كما يظهر آثار التلوث بوضوح فى منطقة طرة جنوب مدينة القاهرة حيث يوجد كثير من مصانع الأسمنت .

هذا كله بالإضافة إلى غازات العادم التى تنطلق من آلات الاحتراق الداخلى فى وسائل النقل والتى تتكون من غاز ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء والتى تكون مصحوبة عادة بكمية قليلة من بعض الجزيئات

العضوية التى لم تتأكسد أكسدة تامة ، بالإضافة إلى قدر ضئيل من غاز أول أكسيد الكربون وبعض أكاسيد النتروجين ، وعندما يتعرض هذا الخليط الغازى السام للأشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس يحدث تفاعل كيميائى ضوئى بين هذه المكونات ينتج عنه تكون الضباب الدخانى الذى يبقى معلقاً فى الهواء ويغلف جو المدينة تماماً .

ويشترك الغبار Dust وهو مواد دقيقة صلبة والدخان Fume وهو دقائق صلبة قطرها أقل من ميكرون واحد وتتكون عند تكاثف الأبخرة ، مع الضباب Mist وهى جزينات سائلة يصل قطرها إلى مائة ميكرون ، والهباب Soot (السخام) وهى جزينات كربون متناهية الدقة تتجمع مع بعضها فى صورة سلاسل طويلة تشترك جميعا فى إحداث تلوث شديد للهواء وحدوث مخاطر بيئية منها :

الإضرار بالجهاز التنفسى وإلتهاب الشعب الهوائية ، والربو والانتفاخ الرئوى .
وتشكل مخلفات مصانع الأسمنت مخاطر منها ارتفاع نسبة الأمراض الصدرية ومنها مرض السيليكوز Silicosis الذى ترتفع نسبته عند الأطفال ويسبب هذا المرض تليفا رئويا ناتجا عن استنشاق الغبار وخاصة الغبار الأسمنتى والذى يسبب أيضا ألم صدرى وضيق فى التنفس وسعال ، إضافة إلى الضعف العام والتعب السريع . فضلا عن أمراض العيون وخاصة الالتهابات وأمراض سيلان الدمع .

- وبالنسبة للنباتات يسبب الغبار الأسمنتى طبقة صلبة على الأوراق وأعضاء النبات الأخرى وتغلق المسام مما يعوق عمليتى التبادل الغازى والنتح ، كما تترسب الجزيئات على مياسم الأزهار وتعوق عملية النتح، ويمتد تأثير الغبار الناتج من مصانع الأسمنت لمسافة تصل إلى ٢-٣كم حتى أنه تجف كثير من الأشجار الموجودة فى هذه المنطقة وتتساقط أوراقها وتغطى ما بقى منها بغبار ناعم أبيض مثل الجير .
- ومن مخاطر الزئبق ، أنه يتحول إلى صورة عضوية سامة هى مثيل الزئبق Methyl mercury وهو ملوث خطير جداً لأنه يتواجد فى صورة بخار زئبق ، ويسبب آثاراً تدميرية للجهاز العصبى المركزى ، حيث ينتج من مصانع الأصباغ ومحطات الطاقة الكهربية المستخدمة للفحم الحجرى كوقود ، وكذا معمل تصنيع الزئبق .
- ويسهم الفلور أيضاً فى تلويث الهواء الجوى الذى ينتج عند صناعة الألومنيوم والأسمدة الفوسفاتية ، حيث يتراكم فى الأشجار ويزداد تركيزه فى الأوراق ويسبب حروقاً فيها ، وينتقل إلى الحيوانات التى تتغذى عليها ، ثم إلى الإنسان الذى يتغذى على منتجاتها من لحم ولبن. ويسبب نقصاً فى نمو الحيوانات التى تعيش بالقرب من مصانع الألومنيوم والأسمدة الفوسفاتية وكذلك يسبب نقصاً فى كمية الحليب وتآكل أسنانها ، وضمور فى غدد دودة القز .

(٨) مخاطر تلوث الهواء الجوى بمركبات الكلورفلوروكربون :

لقد زاد استخدام الإنسان لمركبات الفلوروكلوركربون فى الآونة الحالية بشكل كبير ، ويرجع ذلك لدخولها فى عدد من الصناعات مثل : المبيدات والايروسولات وعمليات التبريد ، فهى تتكون أساسا من ذرات الكلور والفلور والكربون ومن صفاتها ، أنها تتجزأ فى درجات حرارة منخفضة ولذلك فهى تستخدم فى عمليات التبريد فى الثلاجات وأجهزة التكييف وفى حفظ المواد فى عبوات البخاخات (الاسبراى والايروسول ومركباته المختلفة) وفى الصناعات الإلكترونية من حاسبات وتليفزيونات وأجهزة إرسال واستقبال وفى أجهزة التصوير وعادم السيارات . ويعتبر عنصر الكلور الموجود فى هذه المادة والذى ينتج حرا بعد سلسلة من التفاعلات الكيميائية يعتبر أكثر المواد تأثيرا على تفتيت جزئ الأوزون إلى مكوناته الأولى وهى الأكسجين .

ومركبات الفلوروكلوركربون متعددة الأنواع ولكنها جميعا تحتوى على ذرات من الكلور ومن الفلور ، وهى فى أغلب الأحوال تعتبر مشتقات هالوجينية لبعض المركبات الأليفاتية ذات الوزن الجزيئى الصغير .

وبعض هذه المركبات قد يحتوى على ذرة واحدة من الفلور مثل الفريون-١١ ($CFcl_3$) وقد يحتوى على أكثر من ذرة من الفلور كما فى الفريون -١٢ (CF_2cl_2) والفوران - ١١٤ ($CF_2cl - CF_2 - cl$) وجميعها تحتوى على عدة ذرات من الكلور .

وأغلب هذه المواد غازات فى درجات الحرارة العادية ، ويؤدى الإفراط فى استعمال عبوات الايروسول إلى انتشار هذه المركبات فى كل مكان ، كما أن إحراق النفايات المنزلية إحراقاً غير تام يؤدى إلى انتشار التلوث بمركبات الكلوروفلوروكربون .

وعندما تنتشر هذه المركبات فى الهواء تحملها التيارات الصاعدة إلى طبقات الجو العليا ، وقد وجد تركيز محسوس من هذه المركبات على ارتفاع ١٨ كم من سطح الأرض عند خط الاستواء ، وعلى ارتفاع ٧كم فوق المناطق القطبية ، وتقدر كمية مركبات الكلوروفلوروكربون التى تنطلق إلى الجو كل عام بما يزيد على مليون طن .

وعندما تصعد هذه الغازات فى طبقات الجو العليا ، وتتعرض للأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس ، تنحل جزيئاتها وتعطى ذرات نشيطة من الكلور وتقوم هذه الذرات بمهاجمة جزيئات الأوزون وتحويلها إلى الأكسجين ، وبذلك تساعد هذه المركبات على تدمير طبقة الأوزون ، كما توضحها المعادلات التالية :

$CF_2\,CL_2$ + أشعة فوق بنفسجية → $CF_2 + CL + CL$

$CF\,CL_3$ + أشعة فوق بنفسجية → $CF\,CL_2 + CL$

ويتحد الكلور النشط مع الأوزون ويحوله إلى أكسجين كما يلى :

$$CL + O_3 \rightarrow CLO + O_2$$

$$CLO + O \rightarrow CL + O_2$$

وتلك العملية ينتج عنها ما يعرف باسم (ثقب الأوزون)

وسوف نتعرض لها بالتفصيل أكثر فيما بعد.

وقد فطنت كثير من الدول إلى خطورة تآكل طبقة الأوزون فقد عقدت المؤتمرات واللقاءات الدولية التى تهدف إلى حمايتها من التخريب، وتم الاتفاق على تجميد استهلاك مركبات الكلوروفلوروكربون، وهناك محاولات لاستبدال مركبات الكلوروفلوروكربون بمواد دافعة أخرى ومن بينها استعمال خليط من غاز البيوتان والماء يطلق عليه اسم (أكواصول) Aquasol وهى خليط لا يحتوى على الكلور أو الفلور .

ويؤدى نقــص تركــيز الأوزون فى طبقات الجو العليا إلى كثير من المضار منهـــــا :

- زيادة تركيز كمية الأشعة فوق البنفسجية التى تصل إلى سطح الأرض . مما قد يؤدى إلى الإصابة بسرطان الجلد ، كما قد يؤدى إلى إحداث تغير فى العوامل الوراثية لبعض الكائنات الدقيقة .
- ويؤثر كذلك فى عمليات البناء الضوئى وفى السلسة الغذائية .

الإجراءات الوقائية اللازمة للإقلال والحد من تلوث الهواء :

إن حماية الهواء من التلوث يعد أمراً حيوياً ، وذلك بعد أن وصلت نسب التلوث حدوداً تفوق الحدود المسموح بها ، وأصبحت تشكل خطرا

على صحة الإنسان والكائنات الأخرى فقد وصل التلوث فى منطقة حلوان إلى أكثر من الحدود المسموح بها دولياً ٢٤ مرة ومن التدابير والإجراءات التى يجب أن تتخذ ما يلى :

(١) توعية المواطنين بضرورة حماية الهواء من التلوث ، فمن وجهة نظر إسلامية يعد فرض عين على كل مسلم ومسلمة ، من منطلق أن التلوث صورة من صور الإفساد والضرر والتبديل لأنعم الله .

فيقول الحق تبارك وتعالى :

(ولا تفسدوا فى الأرض بعد إصلاحها) [الأعراف ٥٦]

(ولا تلقوا بأيديكم إلى التهلكة) [البقرة ١٩٥]

(ومن يبدل نعمة الله من بعد ما جاءته فإن الله شديد العقاب) [البقرة ٢١١]

وهذه التوعية يجب أن تتم من خلال صور وأشكال متعددة وعن طريق جميع الأجهزة والهيئات مثل :

أ- دور العبادة وواجب العلماء فى توعية الناس بمخاطر التلوث بعامة وتلوث الهواء بخاصة .

ب- وسائل التثقيف والإعلام من إذاعة مسموعة ومرئية وما تبثه من برامج ومسلسلات وغيرها من الندوات واللقاءات ونوادى الشباب من خلال ما تقدمه فى برامجها للكافة .

ج- تطعيم المناهج الدراسية بالمفاهيم العلمية والمعالجات التى تبرز خطورة تلوث الهواء على حياة الإنسان بما يحرك سلوكهم فى الاتجاه المرغوب فيه وذلك بدءاً من مرحلة رياض الأطفال وحتى المرحلة الجامعية .

(٢) ضرورة أن تكون مادة التربية البيئية مادة إجبارية لجميع طلاب الجامعات تنمية لفهم المشكلة وترشيداً للسلوك .

(٣) المراقبة الدائمة لأصحاب السيارات بعمل فحص دورى جدى لمحركات السيارات للمحافظة عليها فى حالة جيدة دائماً ، ووضع بعض المواصفات للسيارات التى يتم تصنيعها محلياً أو استيرادها بشكل يسمح بالإقلال من تلوث الهواء .

(٤) الإلزام باستخدام أنواع معينة من الوقود سواء للسيارات أو للتدفئة وتأمينه للمستهلك .

(٥) إتخاذ إجراءات لحماية الهواء والاستمرار فى تنفيذها فيما يتصل بالصناعات والمصانع الملوثة للبيئة ومنها :

(أ) تقليل نسبة الرصاص فى البنزين من ٠,٥حم لكل لتر إلى ٠,٣٥ جرام لكل لتر أى تخفيض الرصاص بنسبة ٣٠٪.

(ب) الأخذ بإحلال الغاز الطبيعى كوقود للسيارات ووسائل النقل بدلاً من البنزين والسولار ، وقد بدأت مصر بعض الخطوات الإيجابية بهذا الخصوص خاصة بعد انتشار استخدامه فى عدد من دول العالم ، " فيوجد فى إيطاليا ٢٣٥ ألف سيارة تستخدم الغاز الطبيعى ، وفى الأرجنتين

١٠٠ ألف سيارة ، وفى نيوزيلندا ٥٠ ألف وفى الولايات المتحدة ٣٠ ألف سيارة والبرازيل ٧٠٠ سيارة وغيرها من الـــدول ".[١]

(ج) إلزام أصحاب المصانع فى القطاع الخاص وكذا المصانع التى لا زالت تتبع الدولة باتخاذ إجراءات لتقليل الملوثات للهواء الجوى والحد منه ومن هذه الطرق :[١]

- التقنية النسيجية والتى تمنع الجزيئات الصلبة من المرور عبر مرشحات خاصة وتسمح بمرور الغازات أو بواسطة المركبات الإلكتروستاتيكية والقائمة على شحن الجزيئات الصلبة سلبياً وشحن جدار المرسب إيجابياً فتنجذب هذه الجزيئات وتترسب على جدار المرسب ، حيث يتم التخلص منها لاحقاً ، " وفى مصر بدأت إجراءات تركيب وتشغيل ٩ فلاتر مصرية الصنع وتعمل آلياً على طواحين مصانع الأسمنت فى طرة وحلوان والتبين تستهدف من تصاعد غبار مصانع الأسمنت إلى هواء القاهرة " . [٢]

(٦) التخطيط السليم لاختيار كيفية إقامة التجمعات السكنية والاهتمام بزراعة المساحات الخضراء داخل المدن المقامة والمزمع إقامتها وحولها أيضا وبشكل لا يقل عن (٤٠%) من مساحتها

---

(١) محمد السيد أرناؤوط : الإنسان وتلوث البيئة . مرجع سابق . ص ٣٣٢.

(١) سعيد محمد رفاع : مرجع سابق. ص ٤١.

(٢) محمد السيد أرناؤوط : الإنسان وتلوث البيئة . مرجع سابق ، ٣٣٢.

وفى مصر ففى المدن الجديدة يتم مراعاة ذلك أما المشكلة الرئيسة فهى فى المدن الكبرى والمزدحمة بالسكان مثل القاهرة والإسكندرية والمنصورة وطنطا وغيرها من المدن .

(٧) وضع ضوابط من الجهات المعنية للحد من تلوث الهواء والتى منها :

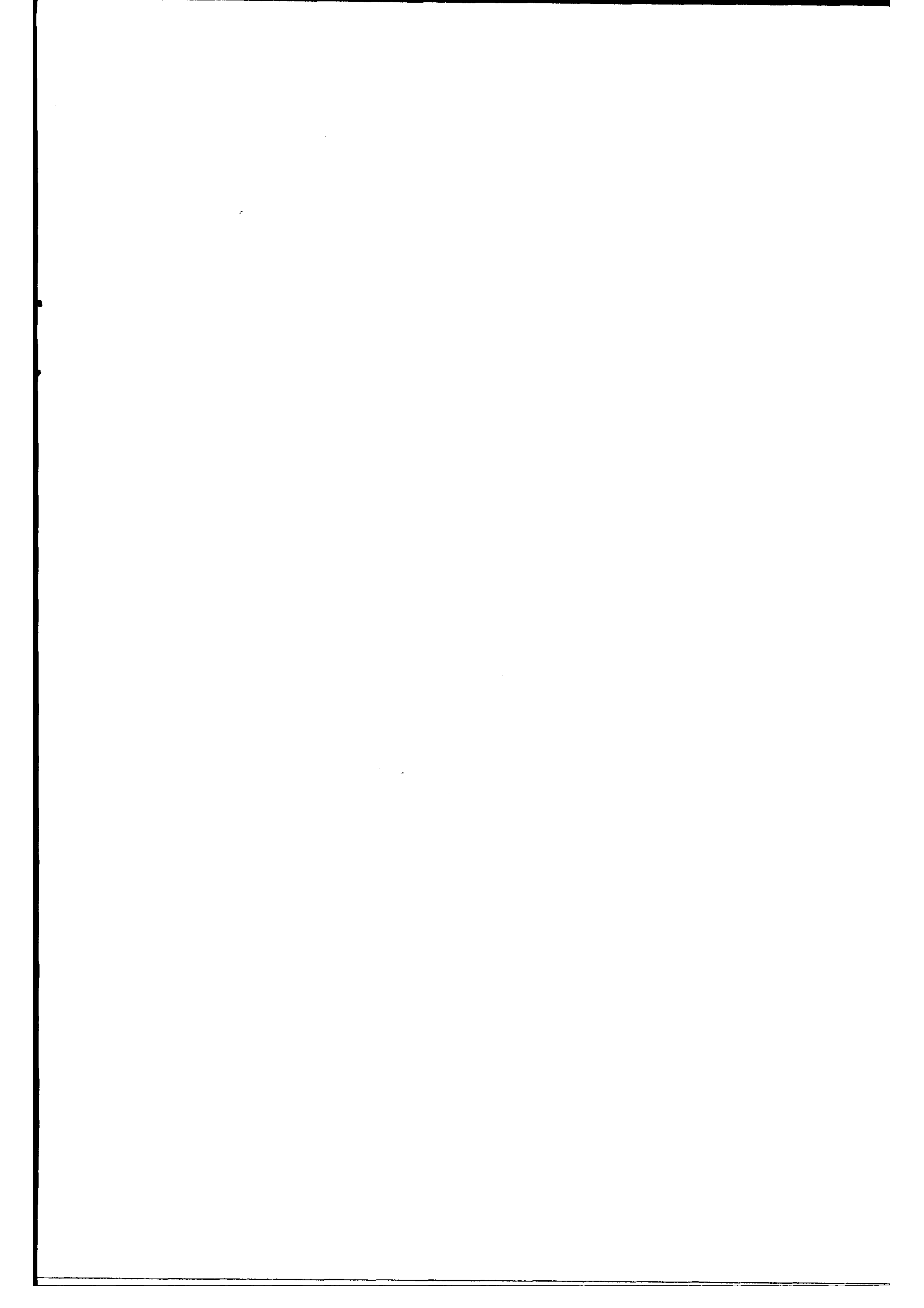
(أ) يمنع حرق المخلفات الناتجة عن المدن فى مقالب خارج حدود المدن ولكن يتم التعامل معها بأسلوب علمى يقوم على تصنيفها وإعادة تدويرها .

(ب) منع المزارعين من حرق مخلفات الزراعة فى الحقول والبحث عن وسائل لاستغلال هذه المخلفات خصوصاً أنه فى عام ١٩٩٩م بلغت هذه الظاهرة حدوداً قصوى لتلوث البيئة حيث غطت سحب الدخان كثير من المدن مثل : مدن الدلتا والقاهرة الكبرى الأمر الذى لا يخفى أثره على أحد من أضرار على صحة الإنسان.

(٨) جعل التشريعات تأخذ صفة الإلزام ، حيث أنه هناك عدد من التشريعات الصادرة بشأن البيئة منذ عام ١٩٥٢م مثل القانون رقم ٢١ لسنة ١٩٥٢م والقرار الوزارى رقم ٨٦٤ لعام ١٩٦٩م والقرار الوزارى رقم ٤٧ لسنة ١٩٧٠م وغيرها ، إلا أن تلك التشريعات تفتقد إلى صفة الإلزام ولذلك فلم يتم الإلتزام بها خلال فترات إصدارها منذ الستينيات مما أدى إلى تفاقم مشكلة التلوث البيئى .

الفصل الخامس

تلوث المياه ومخاطره



تلوث المياه ومخاطره

مقدمـــة :

الماء سائل ضرورى ولا غنى عنه لجميع الكائنات الحية ولذلك يقول الحق سبحانه وتعالى ﴿ وجعلنا من الماء كل شئ حى ﴾ .
[سورة الأنبياء : آيه رقم٣٠]
ولذلك يعتبر الماء أساس الحياة ، وهو المكون الأساسى لمعظم الكائنات الحية .

كما يقول الحق ﴿ ألم تر أن الله أنزل من السماء ماء فتصبح الأرض مخضرة إن الله لطيف خبير ﴾ [سورة الحج آية رقم ٦٣]

فمن الملاحظ أن الإنسان عندما استقر فى مراحله الأولى وبدأ يبنى مساكنه ويقيم حضارته ، أقامها على ضفاف الأنهار وبجوار مصادر المياه ، ولذلك نجد أن معظم المدن والتجمعات السكنية فى معظم دول العالم قد أقيمت على شواطئ الأنهار والبحيرات ، وتأخذ مياه الشرب للاستعمال الآدمى من هذه المجارى المائية ، ولم تكن فكرة تلوث المياه أو تلوث البيئة تشغل الأذهان فى تلك الآونة ، حتى إن معظم المدن كانت تلقى بمخلفاتها وفضلاتها بما فيها الفضلات الآدمية فى المجارى المائية المجاورة لها ، وقد حدث هذا بالفعل فى بعض المدن الأوروبية ومنها مدينة لندن التى تقع على شاطئ نهر التيمس بإنجلترا ، مما ترتب عليه تلوث شديد للنهر وأصبحت تطفو على سطحه كل أنواع

الفضلات والمخلفات وقد أدى ذلك إلى انتشار وباء الكوليرا بين سكان مدينة لندن فى الفترة بين عامى ١٩٤٩-١٩٥٣م ووفاة عشرين ألفاً من السكان. وانتشر وباء التيفود فى بعض المدن الأمريكية فى نفس الفترة ، ولنفس الأسباب أيضاً .

وبمرور الزمن زادت معرفة الإنسان وتنبه الناس إلى وجود البكتريا المسببة للأمراض وفطن الناس إلى أهمية المحافظة على مياه الشرب وضرورة إقامة نظام محكم للصرف الصحى ، ولكن هذا الفكر لم يرق إلى المستوى الذى يحل مشكلة تلوث المياه حلاً نهائياً فقد كان ينظر إلى المجارى المائية الواسعة بأنها قادرة على استيعاب أى فضلات وبأى كميات خصوصاً مياه الأنهار والبحار والمحيطات مما أدى إلى تلوث شديد أصاب نهر الراين خصوصاً ذلك الجزء الذى يمر بأراضى هولندا ، وقد وصلت حالة التلوث هذه إلى أعلى درجاتها فى النصف الثانى من القرن العشرين ، وفى عام ١٩٦٦م لاحظ فريق من الباحثين أن مياه الجزء الشمالى من المحيط الأطلنطى ومياه الجزء الشمالى من المحيط الهادى قد تلوثت بشكل ظاهر بما يتساقط عليها من الشوائب المتصاعدة فى أجواء المدن وأجواء المناطق الصناعية الموجودة فى نصف الكرة الشمالى .

وقد تسبب التقدم التقنى والنشاط الصناعى المرتبط به فى المرحلة الأخيرة من إطلاق كثير من الشوائب وبخار بعض الفلزات السامة مثل : الزئبق والرصاص والكادميوم فى الهواء والتى تنتشر

على هيئة إيروسولات تحملها الرياح إلى كل مكان ويذوب جزء منه فى مياه البحار .

كما أن الغبار المتصاعد من التجارب النووية التى ما زالت بعض الدول تقوم بإجرائها فينتشر فى الهواء فى كل مكان ، ثم يتساقط بما فيه من مواد مشعة على سطح البحار والمحيطات ، ويؤثر بذلك فى كيمياء هذه المياه وفى الأنشطة البيولوجية التى تدور فيها ، سواء فى المياه السطحية أو فى المياه العميقة .

أمـــا مياه الأمطار فهى تعد من أنقى صور المياه الطبيعية ومع ذلــك فقــد أصابها التلوث وذلك لأن مياه المطر تذيب فى طريقها أثناء ســقوطها بعض الغازات الموجودة فى الهواء وتكون ما يعرف بالأمطار الحمضــية والتـــى سبق الحديث عنها ، وعندما تسقط هذه المياه على ســطح الأرض فإنها تذيب كثيرا من المواد سهلة الذوبان فى التربة من أمـــلاح معدنية أو مبيدات أو مخصبات زراعية قد تكون موجودة ، كما تجــرف فى طريقها الفتات والشوائب وتحمل معها كل ذلك لتلقى به فى المجارى المائية مثل الأنهار والبحار والبحيرات .

ويشغل الماء أكبر حيز فى الغلاف الحيوى للأرض ، إذ تبلغ مساحة المسطحات المائية نحو ٧٠,٨% من مساحة الكرة الأرضية . والمخزون الرئيس للمياه يوجد فى البحار والمحيطات فى صورة مياه مالحة والحكمة فى كون الجزء الأكبر من المياه فى الكوكب الأرضى مالحة هو ضمان عدم فساد هذه المياه ، لأن المياه غير المالحة مع

مرور الزمن تصبح مأوى للبكتيريا والأحياء المائية الدقيقة ، ومن ثم تكون عرضة للفساد والعفونة وبخاصة مع الدفء .

وممـا يـزيد المشـكلة تعقيداً ، أن نسبة المياه العذبة الصالحة للإسـتخدام البشرى محدودة جداً إذ تبلغ كمية المياه على سطح الأرض ١٤٠٠ مليون كم مكعب أى ما يعادل ١٠ ^١٨ طن ، وأكثر من ٩٧% من هذه الكمية هو مياه البحار والمحيطات ، والنسبة الباقية (٣%) عبارة عن المياه الجنبدية الموجودة فى جبال الجليد بالقطبين والأنهار الجليدية والمـياه الجوفية والمياه العذبة الموجودة فى الأنهار والبحيرات العذبة والمستنقعات والتى فى مجموعها (المياه العذبـة) تشكل ١% من نسبة (٣%) السابقة " [١]

مفهوم تلوث المياه :

الماء سائل لا لون له ولا رائحة إذا كان نقياً وهو يتكون من اتحاد عنصرى الهيدروجين والأكسجين وتركيبه الكيميائى كما هو معروف يتكون من ذرتين هيدروجين وذرة أكسجين (H_2O) ويمتاز الماء ببعض الخصائص الأخرى ومنها خاصية التوتر السطحى وهو ميل السائل لآن يأخذ سطحه أقل مساحة ممكنة والتى تعمل على رفعه فى الأنابيب الشعرية دونما مؤثر خارجى ، وعلى هذا يصعد الماء فى جذور النباتات ليغذى الأجزاء العلوية .

---

(١) محمد عبد القادر الفقى : البيئة : مشاكلها وقضاياها وحمايتها من التلوث . رؤية إسلامية ، القاهرة ، مكتبة ابن سينا ، ١٩٩٣م . ص٥٥.

ولما كان للماء هذه الأهمية العظمى لكل الكائنات الحية فإنه فى نفس الوقت كان له نصيب كبير من التلوث نتيجة الاستخدام السيئ للمصادر الطبيعية بفعل الإنسان وكذلك تطور الصناعات التى لا غنى لها عن الماء. وعلى ذلك يمكن تعريف تلوث المياه بأنه كل تغيير فى الصفات الطبيعية للماء والذى يكون من شأنه جعل الماء غير صالح للإستعمال فى أغراض الحياة المختلفة .

وتلوث الماء يكون بإضافة أو تسرب بعض الملوثات التى تغير من طعمه أو لونه أو رائحته .

وهناك الكثير من المصادر التى تسبب تلوث المياه ، مثل البكتريا والفضلات الآدمية ، والمبيدات الحشرية ، والمواد البترولية والمواد الكيميائية الأخرى الناتجة من المصانع .

ويمكن تصنيف تلوث المياه إلى صور التلوث التالية :

(أ) التلوث الكيميائى للمياه :

ويحدث نتيجة زيادة الملوحة أو العسر أو الحمضية أو القاعدية أو تسرب المواد العضوية من المصانع إلى مصادر المياه ، فثانى أكسيد الكبريت SO_2 كما هو معروف عندما يذوب فى مياه الأمطار يسبب المطر الحمضى Acid Rain والهيدروكربونات المكلورة Chlorimated Hydrocarbons من المواد الملوثة للمياه والمبيدات Pesticides مثل د.د.ت DDT تؤدى إلى الإصابة بالأورام

الحميدة والخبيثة ، ومن مخاطرها أنها لا تذوب فى الماء وتذوب فى الدهن الحيوانى وتتراكم فى الأسماك وتنتقل إلى الإنسان وتظهر آثارها بعد فترة زمنية طويلة .

مركبات ثنائى الفنيل المكلورة ، وهى من المواد الكيميائية الملوثة للمياه والتى لا تذوب فى الماء وتذوب فى الدهن الحيوانى وتتراكم لفترة طويلة فى البيئة وتدخل فى صناعات متعددة مثل البلاستيك والمطاط والمنتجات الكهربائية ، وتسبب أمراض فى الجلد والكبد وإصابات سرطانية لحيوانات التجارب المخبرية وتؤثر فى الأعصاب .

وقد تتلوث المياه بالمواد الكيميائية غير العضوية والتى يمكن تصنيفها إلى قسمين ، فلزات سامة مثل الباريوم والكادميوم والرصاص والزئبق ومعظمها يذوب فى الماء ، أما الفلزات غير السامة فتشمل الكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم والحديد والنحاس وتسبب زيادتها بعض الأمراض ، فزيادة تركيز الصوديوم مثلاً تجعل الماء غير مستساغ ويؤدى إلى مخاطر صحية لمرضى القلب والكلى ، كما تؤدى إلى تسمم النباتات ، أما مركبات النحاس فإذا زاد تركيزها عن الحد الأعلى المسموح به يصبح للماء طعم قابض. ومركبات الزئبق Hg^{+2} فإنها خطرة وأخطرها الذائبة فى الماء على صورة أيون أحادى ميثيل زئبق CH_3Hg^+ وثنائى مثيل زئبق $(CH_3)_2Hg^+$ واللذان يؤثران على النظام العصبى المركزى .

ومركبات الكادميوم تصل إلى المياه من مخلفات الصناعة أو التعدين حيث يستخدم فى صناعة الدهانات والسبائك والمبيدات وزجاجات ومصابيح الإضاءة ، ومن مخاطرها تعطيل عمل الكلى والكبد وتسبب أمراض رئوية وزيادة ضغط الدم .

ومركبات الزرنيخ فتصل إلى المياه عن طريق المخلفات الصناعية مثل المنظفات والمبيدات وتؤدى إلى خلل فى وظائف الكلى وبعض الاضطرابات العقلية وكذلك ربما سرطان الجلد وسرطان الرئة ، أما مركبات الرصاص فتصل إلى مصادر المياه من عوادم الصناعة ومخلفات وسائل النقل وأيضا عمليات اللحام ومن مخاطرها أنها تسبب تلف الكلى والكبد والمخ وتلف الجهاز العصبى بالنسبة للأطفال وتسبب التخلف العقلى.

(ب) التلوث الحرارى للمياه :

يحدث التلوث الحرارى عندما تصب مخلفات المياه الحارة فى الأنهار أو البحيرات أو البحار أو أى جسم مائى آخر ، حيث تعمل هذه المخلفات المائية الحارة على رفع درجة حرارة الجسم المائى فوق مستواها العادى وبذلك تؤذى الكائنات الحية التى تعيش فى ذلك الماء .

وتأتى مخلفات المياه الحارة من عمليات تبريد المصانع والمفاعلات النووية ، كما تعتبر عملية توليد الكهرباء عن طريق التربينات أحد مصادر التلوث الحرارى ، حيث تعتمد هذه الطريقة على

فرق درجات الحرارة التى يعمل عندها المولد ، ولزيادة فاعليته يزداد الفرق بين درجتى الحرارة التى يعمل بينهما المولد ، حيث تنبعث كميات هائلة من الطاقة الحرارية والتى تجد طريقها إلى المياه .

وفى المفاعلات النووية ، تنظم درجة الحرارة داخل المفاعل عند حوالى ٦٠٠ °م وذلك بتمرير ماء المفاعل للتبريد ، حيث يتم التخلص من الماء الساخن من خلال ممرات المياه الطبيعية مما يسبب ارتفاع كبير فى درجة حرارتها .

وقد يحدث التلوث الحرارى من مصادر طبيعية نتيجة للحمم البركانية التى تتطاير من البراكين والتى تجد طريقها إلى البحار والأنهار فترتفع درجة حرارة مياهها إلى درجة الغليان وما ينتج عن ذلك من تدمير للحياة فى تلك المياه .

ومن الآثار السلبية للتلوث الحرارى للمياه ارتفاع درجة حرارة المجارى المائية ، والإقلال من ذائبية الغازات فى المياه خصوصاً غاز الأكسجين وفى نفس الوقت فإن الزيادة فى درجة الحرارة تزيد النشاطات الحيوية للأحياء المائية الموجودة بتلك المياه ، وعليه فإن عمليتين متضادتين تحدثان بسبب زيادة الحرارة وينتج عن ذلك ازدياد التنافس على كميات الأكسجين القليلة الذائبة والمتناقصة ، مما يسبب أضراراً بالغة لا حصر لها على جميع الأحياء المائية التى تعيش فى هذه المياه .

(جـ) التلوث الحيوى (البيولوجى) للمياه :

وينتج هذا النوع من التلوث عن الملوثات الحيوية كالبكتريا المسببة للأمراض والفيروسات والطفيليات ، ومصدر هذه الملوثات فضلات الإنسان والحيوان ، حيث تنتقل إلى الماء إذا اختلط بمياه الصرف الصحى أو مياه الصرف الزراعى ، حيث تؤدى إلى اصابة الإنسان بأمراض عديدة كالكوليرا والبلهارسيا وغيرها .

(د) التلوث الإشعاعى للمياه :

يتزايد خطر هذا النوع من التلوث بفعل النشاط النووى ومحاولة التخلص من النفايات النووية ، وباستخدام المياه لتبريد المفاعلات النووية ثم طردها مرة ثانية للمجارى المائية ، مما يسبب تسرب المواد المشعة إلى المسطحات المائية ، وقد يكون التلوث ناتج عن قيام بعض الدول بإجراء التفجيرات النووية فى مياه البحار والخلجان مما يسبب انعداما للحياة فى هذه المناطق وتلويثا شديدا لها ، ومن أسباب تلوث المياه هو دفن النفايات النووية فى أعماق البحار مما يسبب تلوثها نتيجة تسرب المواد المشعة الى المياه فتمتصها الكائنات الحية وتنقلها الى الإنسان فتحدث فيه تأثيرات مختلفة أهمها الأخطار التى تتعرض لها الجينات الوراثية ، وقد يحدث تلوث المياه نتيجة لدفن النفايات النووية فى الصحارى وأعماق التربة مما ينتج عنه تلوث المياه الجوفية .

ويمكـن تناول مشكلة تلوث المياه تبعاً لمصادر المياه نفسها ومصادر ملوثاتها كما يلى :

(١) تلوث مياه البحار والمحيطات والأنهار ومخاطرها البيئية :

تعد مشكلة تلوث مياه البحار والمحيطات والأنهار من كبريات المشاكل البيئية العالمية نظرا لتعدد مشكلات ومستويات التعامل مع المجارى المائية وحجم المشكلة وانتشار آثارها ومستوياتها على رقعة واسعة قد تشمل مجموعة من الدول والبلدان والتى تطل شواطئها على البحار أو المحيطات أو الأنهار « فنهر النيل طوله ٦٦٩٠ كيلومترا ومساحته ٢،٩٠٠,٠٠٠ كم٢ ويمر بتسع دول هى تنزانيا وكينيا وزائير وبورندى ورواندا وأثيوبيا وأوغندا والسودان ومصر . ويحمل ٢٠% من كمية الأمطار التى تسقط فى منابعه ، ورصيد مصر من نهر النيل ٥٥,٥ مليار متر مكعب سنوياً »[١]

وتعتمد مصر بشكل أساسى على مياه النيل فى الزراعة والصناعة والاحتياجات اليومية للاستخدام البشرى . ووفقا لتقارير منظمة الصحة العالمية يعيش حاليا ١٧٠٠ مليون نسمة فى العالم ليس لديهم مياه شرب كافية بينما يعيش ٣٠٠٠ مليون مواطن بدون مياه نقية وكذلك يعيش ١٨٠٠ مليون آخرون بدون صرف صحى . وقد وضع الخبراء حدودا لخط الفقر المائى وهو أن استهلاك الفرد يجب ألا يقل عن ألف متر مكعب سنويا وفى مصر حينما كان عدد السكان (٢١) مليون نسمة عام (١٩٥٠م) كان نصيب الفرد من المياه (٢٣٧٦) مترا مكعبا فى السنة (أى أكثر من ضعف خط الفقر المائى) وعندما بلغ عدد السكان ٦٠ مليونا نسمة عام (١٩٩٣م) أصبح نصيب الفرد من

---

(١) محمد السيد أرناؤوط : **الإنسان وتلوث البيئة** . مرجع سابق. ص١٤٤

استهلاك الماء هو ١٠٣٥ متر مكعب فى السنة (أى انخفض إلى النصف وأصبح على خط الفقر المائى) ويتوقع فى عام (٢٠٢٥م) أنه سينخفض نصيب الفرد من المياه إلى أقل من الربع وهنا سوف نعانى من الندرة فى المياه .

ولقد جاء فى بيان صادر عن المؤتمر الدولى للمياه والبيئة أن ربع سكان العالم لا يجدون الماء وأن الدول النامية تستهلك ٨٥% للمياه رغم أن احتياجاتها لا تزيد عن ٤٠% وأنه إذا أعيد استخدام المياه فى الدول الصناعية يمكن توفير ٥٠% منها .

ويمكن حصر أهم مصادر تلوث مياه البحار والمحيطات والأنهار فى :

(أ) المخلفات الصناعية :

تشمل المخلفات الصناعية كل المواد المتخلفة عن الصناعات الكيميائية والتعدينية والتحويلية والزراعية والغذائية والتى يتم تصريفها إلى المسطحات المائية ، والتى تؤدى إلى تلوث الماء بالأحماض والقلويات والأصباغ والمركبات الهيدروكربونية والأملاح السامة والدهون والمواد السامة الخطرة التى يصعب التخلص منها مثل السيانور والفينول .

ففى مصر وفى منطقة حلوان تصب جميع الصناعات مخلفاتها فى نهر النيل وفى منطقة قريبة جداً من محطات معالجة مياه الشرب . كما أن الطرق التقليدية لتنقية المياه لا تقضى على الملوثات الصناعية مثل (الهيدروكربونات) ، والملوثات غير العضوية والمبيدات الحشرية والمركبات الكيميائية المختلفة .

ومما يعقد الأمر أكثر هو أن الملوثات العضوية تتفاعل مع الكلور المستخدم فى تعقيم المياه لتنتج مواد كربوهيدراتية مكلورة تسبب السرطان .

" وفى دراسة عن تلوث المياه بالمواد الهيدروكربونية المكلورة فى كل من القاهرة والمنصورة ودمياط وكفر الزيات ورشيد ، تبين أن أكبر تركيز للملوثات كان فى كفر الزيات حيث توجد صناعة تكرير البترول وصناعة المبيدات الحشرية ، وفى المنصورة تزيد نسبة الملوثات عن نسبتها فى القاهرة لأنها من أكثف مناطق النشاط الزراعى فى مصر وما يصاحبه من استخدام للمبيدات الحشرية " [١]

ولا يقتصر تلوث النيل على حدود معينة بل إن فى محافظة سوهاج تبين أن ما يقرب من ١٤ ألف متر مكعب من مخلفات المصانع تصب فى النيل مباشرة ، ومما يزيد من خطورتها قربها من محطات تنقية مياه الشرب بمسافة محدودة تبلغ ٨٠٠ متر تقريباً ، كما أن مصنع هدرجة الزيوت يطرح مخلفاته فى النيل مباشرة بدون معالجة ، وتقدر بحوالى ٨٠٠٠ متر مكعب . وأثبتت نتائج تحليل العينات زيادة كل من الأملاح الكلية المذابة والمواد العالقة والزيوت والشحوم والرتنجات والكلوريدات واللون والبرمنجنات عن الحد الأقصى المسموح به " .[٢]

---

(١) محمد السيد أرناؤوط : الإنسان وتلوث البيئة ، مرجع سابق. ص١٥١.

(٢) نفس المرجع السابق ، ص١٥١.

ويضيف نفس المصدر السابق أنه تصرف فى مياه النيل ٧٠٠ مصنع منها ٢٢٨ مصنعا من مصانع القطاع العام تصب فى المصارف والنيل ، وأن أحد مصانع الأسمنت يتخلص من (٢٠) متراً مكعباً من الملوثات كل يوم فى النيل ، ويبلغ مقدار الصرف الصناعى ٣١٢ مليون مترا مكعبا فى السنة، والقاهرة وحدها تصب فى مياه النيل ٣/٤ طن عناصر ثقيلة يوميا .

وهناك مخـــاطر بيئية جمة نتيجة لتلوث مياه النيل بهذه الصورة منهـــــا :

- تراكم المواد الهيدروكربونية المكلورة فى الأسماك يسمم السلسلة الغذائية والتى تنتهى بالإنسان .
- انتشار أمراض خطيرة بسبب المخلفات والملوثات منها أمراض الكبد والكلى .
- موت أعداد كبيرة من الأطفال يقدر بنحو أربعة ملايين طفل فى العالم كل عام بسبب تلوث الأنهار وحدوث إصابات مرضية .
- انتشار الأمراض والأوبئة والقضاء على الثروة السمكية حيث تبين أنه فى أثناء عمل صيانة كمحطة كهرباء دمياط فقد تم غسلها بمواد كيميائية وصرفها فى مجرى نهر النيل فرع دمياط دون معالجة عام ١٩٩٢ مما أدى إلى إصابة الناس بأمراض جلدية ونفوق ٤٧٤ طناً من أسماك البلطى فى قرى البستان والحورانى وكفر سليمان وفارسكور ، والتى كانت تبعد حوالى ١٥٠٠ متر عن محطة الكهرباء .

- هذا ويتعرض النيل أيضاً لعدة ملوثات من محطات الصرف الزراعى ومصنع سماد طلخا وفتحات الصرف الصحى المفتوحة على النيل .
- تلوث الأسماك النيلية حيث أشارت بعـض الدراسات إلى أنها تنقل للإنسان (١١) نوعاً من الديدان مما يسبب اضطرابات معوية وحدوث إسهال مزمن يصعب علاجه إذا لم يتم تشخيصه ، وتنصح الدراسة بضرورة تجميد الأسماك بعد تنظيفها قبل الطهى لمدة لا تقل عن ٤٨ ساعة .
- كما أن هناك بعض العناصر والتى تتعرض المسطحات المائية للتلوث بها سواء من جراء إلقائها كمخلفات مصانع أو نتيجة لغرق بعض السفن التى تحملها وهى ما يعرف باسم الفلزات الثقيلة مثل :
- الرصاص ويمكن أن تتعرض المسطحات المائية للتلوث بالرصاص نتيجة لغرق السفن التى تحمل منتجات كيميائية يدخل الرصاص فى تكوينها ، أو عندما تلقى بعض المعامل الكيميائية - المطلة على هذه المسطحات - نفاياتها وفضلاتها إلى المياه البحرية. وتقوم التيارات المائية بدور كبير فى نقل المياه الملوثة بالرصاص من مكان إلى آخر، ويتركز الرصاص فى الأنسجة اللحمية للأسماك والأحياء المائية ومنها ينتقل إلى الأسماك والأحياء المائية ، ومنها ينتقل إلى الإنسان، مؤدياً بذلك إلى حوادث التسمم بالرصاص التى تسبب الموت البطئ ، وهلاك خلايا المخ .

- ومن أكثر المسطحات المائية تلوثاً بالرصاص البحر الأبيض المتوسط والمحيط الأطلنطى ، وقد ارتفعت نسبة الرصاص فى مياه الناحية الشمالية من المحيط الأطلنطى خمس مرات فى غضون الأعوام الخمسين الأخيرة .
- تلوث المياه بالزئبق ، يصل الزئبق إلى المجارى المائية ضمن مياه الصرف الناتجة من المصانع الكيميائية والتى من أهمها : المخلفات الصناعية للكيماويات والبتروكيماويات ، ومحطات تقطير المياه ، والمخلفات والنفايات ، وقد لوحظ أن مشكلة التلوث بالزئبق فى كل مكان بالعالم ، فقد تبين عند تحليل بروتين الأسماك التى تم صيدها من بحيرة (سانت كلير) بكندا عام ١٩٦٩م أنه يحتوى على آثار ضئيلة من فلز الزئبق وفى سويسرا كذلك عام ١٩٧٠ اكتشف بعض العلماء أن بحيرة " ليمان " تحتوى مياهها على تركيزات غير عادية من فلز الزئبق وفى خلجان اليابان تبين من تحليل أجسام الأسماك بها أنها تحتوى على قدر من فلز الزئبق يزيد على الحد المسموح به صحياً ، وكانت هذه الأسماك قد تسببت من قبل فى ظهور بعض أعراض التسمم على تركيز ممن تناولها ، كما أدت إلى وفاة ما يقرب من مائة شخص ، كما تبين أن المناطق المنعزلة والبعيدة عن العمران، مثل المناطق القطبية تعانى أيضاً من التلوث بالمواد الكيميائية رغم بعدها الشاسع عن مصادر التلوث ومن المناطق الصناعية ، ومن أمثلة ذلك أن كلا من الدب القطبى وطائر

البنجوين قد وجد بأجسامها نسبة ملحوظة من فلز الزئبق، على الرغم من أنها حيوانات تعيش فقط فى المنطقة القطبية ولا تغادرها على الإطلاق ، وقد فسرت هذه الظاهرة على أساس السلسلة الغذائية ، فقد يقوم طحلب بامتصاص فلز الزئبق من الماء ، ثم تتغذى إحدى القشريات بعشرات من هذا الطحلب ، ثم تتغذى الأسماك بمئات من هذه القشريات ، وفى نهاية هذه السلسلة يتغذى الدب ، أو طائر البنجوين بعشرات من هذه الأسماك الملوثة ، ويصحب كل ذلك زيادة فى تركيز الزئبق فى كل حلقة من حلقات هذه السلسلة ، ويبدو هذا التركيز بوضوح فى أجسام الحيوانات التى تقع فى نهاية سلسلة الغذاء .

ويدل ذلك على أن الأسماك هى المسئولة عن ظهور فلز الزئبق السام فى أجسام هذه الحيوانات القطبية ، وهى المسئولة عن نقل مثل هذا التلوث من المناطق الملوثة إلى مناطق نظيفة تماما وخالية من كل عناصر التلوث ، ولذلك يجب أن نعتنى عناية شديدة بالقضاء على هذا النوع من التلوث الكيميائى .

وينطبق ذلك أيضاً على كثير من الفلزات الثقيلة الأخرى مثل: الرصاص والزرنيخ والكادميوم ، وعند زيادة نسبة هذه الفلزات فى المياه على حد معين تصبح هذه المياه غير صالحة للشرب . وتؤدى إلى ظهور أعراض التسمم على من يتناولونها ، ويؤدى الكادميوم إلى تلف الكبد وإلى ارتفاع ضغط الدم، بينما يؤدى الزرنيخ إلى حالة من التسمم العام .

(ب) مياه الصرف الصحى :

تتكون مياه الصرف الصحى فى أى مدينة من مجموع المياه المستعملة فى المنازل مثل مياه المطابخ والحمامات وكذلك المياه التى تحمل الفضلات من دورات المياه وتضاف إليها مياه الأمطار والمياه المستخدمة فى غسل الطرق والمياه المستخدمة فى بعض الورش والجراجات وبعض المصانع الصغيرة التى فى إطار المدينة وتلقى ببعض مخلفاتها فى نظام الصرف الصحى للمدينة ، وتوجد عدة دول كثيرة تقوم بتصريف مياه المجارى إلى المسطحات المائية كالأنهار والبحار والبحيرات ، وعلى الرغم مما فى ذلك من أخطار ، حيث تكون هذه المياه ملوثة بالمواد العضوية والمواد الكيميائية (كالصابون والمنظفات الصناعية) وبعض أنواع البكتريا والميكروبات الضارة ، فضلاً عن المعادن الثقيلة السامة والمركبات الهيدروكربونية .

وتسبب المواد العضوية الموجودة فى مياه المجارى فى حدوث ظاهرة تعرف باسم (الإثراء الغذائى) Entrophication التى تعد من أهم الظواهر الطبيعية المحدثة للتلوث فى المسطحات المائية والشواطئ، إذا يؤدى ارتفاع نسبة المواد العضوية فى الماء إلى زيادة فى عمليات الأيض Metabolism التى تقوم بها الطحالب والتى تؤدى إلى تكاثرها بشكل ملحوظ وتبعاً لذلك تنشط البكتريا وتزيد من عمليات التحلل البيولوجى للطحالب ، مما يؤدى إلى تقليل نسبة الأكسجين المذاب فى الماء ويترتب على ذلك أضرار جسيمة مثل القتل الجماعى للأسماك

والأحياء المائية الأخرى ، وتعفن المياه وعدم صلاحيتها ووجود مواد وروائح كريهة ويمكن لبعض أنواع البكتريا التى تعيش فى مياه هذه الأنهار والبحيرات أن تشترك فى ضوء الشمس ومع غاز الأكسجين المذاب فى الماء ، مع بعض عناصر التحليل الأخرى فى التخلص من الشوائب والفضلات العضوية سواء كانت هذه المواد العضوية واردة مع مياه الصرف الصحى ، أو ناتجة من موت بعض النباتات والحيوانات التى كانت تعيش فى هذه المياه ، وكفاءة هذه المياه الطبيعية فى التخلص من الفضلات العضوية والشوائب الأخرى ليست كفاءة مطلقة ، ولكن لها حدودا معينة لا تتعدها ، ويجب علينا دائما أن نأخذ ذلك فى الاعتبار ، ونحرص على ألا تتعدى هذه الحدود بحال من الأحوال ، ولو أن كمية الفضلات التى تلقى فى النهر أو البحيرة زادت عن حد معين لاختل هذا النظام المتوازن .

ويتوقف الزمن الذى تفسد فيه مياه المجرى المائى ولا تعود صالحة للاستعمال على عدة عوامل منها :

- سرعة تيار المياه فى المجرى المائى .
- كمية الأكسجين الذائب فى هذه المياه .
- السرعة التى تستطيع بها بعض أنواع البكتريا تحليل هذه الشوائب والفضلات .
- مدى حجم الشوائب والفضلات التى تلقى فى هذه المجرى المائى ونوعيتها .

وفى مصر تبلغ مخلفات المجارى المائية ما يوازى ٤٠٨٨ مليون متر مكعب فى السنة ، وتبلغ مخلفات مجارى القاهرة وحدها ٤٧١ مليون متر مكعب سنوياً و الإسكندرية ٣٦٥ مليون متر مكعب سنوياً ويستهلك الإنسان المصرى فى المتوسط حوالى ١٨٠ لترا فى اليوم ، وفى دراسة على ٢٠ محطة للصرف الصحى على مستوى الجمهورية تبين أن ٦ محطات منها سيئة جدا ، ٧ محطات تحتاج إلى إحلال وتجديد ، ومحطة واحدة أزيلت بالفعل ، ٣ محطات تحت العلاج ، ومحــطة واحــدة فقــط تعمــل بكفــاءة فى مدينة منوف ، وذلك فى عام ١٩٩١ .[١]

- ومياه الصرف الصحى لها مخاطرها لما تحمله معها من بكتريا وفيروسات وتسبب كثير من الأمراض الخطيرة مثل الكوليرا والتهاب الكبدى الوبائى .
- وتسبب مياه المجارى المنتشرة فى بعض المناطق فى تزايد أعداد البعوض بشكل كبير حتى أنه اصبح يوجد فى جميع أحياء المدن الكبرى مثل القاهرة سواء الأحياء الراقية أو المتوسطة أو الشعبية والذى أدى بالضرورة إلى كثرة استخدام المبيدات الحشرية المنزلية والتى تضر بالصحة العامة .
- ولما كانت مياه الصرف الصحى والتى يتم تسربها إلى المسطحات المائية دون معالجة تحتوى على كل مسببات نقل الأمراض إلى الإنسان مثل البكتريا والفيروسات والطفيليات القولونية والبروتوزوا

---

[١] محمد السيد أرناؤوط : الإنسان وتلوث البيئة . مرجع سابق ، ص ١٥٦

وتنتقل هذه الأحياء الدقيقة المسببة للأمراض إلى الإنسان ، حيث تسبب بكتريا (السالمونيلا Salmonella) فى أمراض حمى التيفود والنزلات المعوية ، كما تسبب بكتريا (الشيجلا Shigella) فى أمراض الإسهال ويؤدى وجود بكتريا الاسشريشياكولاى Escherichia Coli إلى أمراض الجفاف Dehydration والإسهال والقيئ عند الأطفال وبكتريا (الليتوسبيرا Leptospira) فينجم عنها حدوث التهابات الكلى والكبد والجهاز العصبى المركزى ، وتسبب بكتريا (الفيبريو Vibrio) مرض الكوليرا .

- وتسبب الملوثات مضار أيضاً للكائنات الحية التى تعيش فى المجارى المائية من مجار ومحيطات وأنهار مثل اختناق الحيوانات والنباتات التى تتواجد فى المناطق الشاطئية نتيجة قلة الكميات المذابة من غاز الأكسجين لتفاعلها مع نواتج هذه المكونات بعد تحللها ، كذلك فإن هذا التأثير الضار قد يتسبب فى قتل كائنات المنطقة الشاطئية أو قد يتسبب أيضاً فى تركيب البيئة البحرية القريبة من الشاطئ من الناحية الكيميائية والفيزيائية وخاصة مياه مصبات الأنهار التى تشكل بيئة مناسبة لمعيشة كثير من الأسماك مثل السردين .

(جـ) المخلفات الزراعية والمبيدات الزراعية :

وهذه المخلفات قد تكون عبارة عن بقايا نباتات أو مخلفات زراعية ناتجة عن النشاط الزراعى من استخدام المزارعين للمخصبات

الزراعية بصورة مبالغ فيها أو المبيدات الحشرية ، والتى منها الـــ د.د.ت والألدرين والداى الدرين والتى تصل إلى مياه الأنهار كنتيجة لذوبانها فى المياه الزائدة عن حاجة التربة ، والتى يتم صرفها فى المصارف والمجارى المائية مرة ثانية . ويمكن أن تنقلها الرياح لمياه الأنهار والبحار والمحيطات ، فمن المعروف أن مبيد الـــ د.د.ت عند رشه عن طريق الجو لا تصل إلى النباتات إلا بنسبة ٥٠% والباقى يظل معلقاً فى الجو ويتساقط على التربة وغيرها والتى تذوب مع مياه المطر وتصل إلى المجارى المائية .

ومن مخاطر مبيد الـــ د.د.ت أنه لا ينحل بسهولة حيث يمكن بقائه دون تحلل لمدة قد تصل إلى أزمنة تتراوح بين ١٠-٥٠ سنة .

ومن المخاطر التى تنجم عن تلوث مياه الأنهار والبحار والمحيطات بالمبيدات الحشرية ما يلى :

- تراكم هذه المبيدات فى أجسام الكائنات الحية البحرية ومن بينها الأسماك . والتى يتغذى عليها الإنسان وتؤدى إلى الإصابة بالسرطان .
- موت أعداد من الحيوانات والنباتات البحرية أيضا نتيجة لترسب المبيدات فى أجسامها .
- تقليل معدل عملية المثيل الضوئى فى النباتات البحرية الطافية.
- التأثير على تكاثر بعض الحيوانات والطيور البحرية عن طريق الإخلال بمعدل إنتاج هرمونات الجنس الذى ينتج عنه وضع بيض رقيق القشرة سهل الكسر .

- ونظراً لتكاثر بعض النباتات المائية مثل ورد النيل وهو من الحشائش المائية الضارة التى تسد القنوات والترع وروافد نهر النيل فى كل أرض مصر. فالنبات الواحد يتضاعف وينمو بمعدلات مرتفعة جداً فى فترة زمنية محدودة ، ووجوده الكثيف فى أى مسطح مائى يعوق الملاحة وحركة السفن ويستهلك جزء غير قليل من المياه ، ويوفر مناخاً مناسباً لنمو الكائنات الحية التى تسبب كثيــر من الأمراض مثل البلهارسيا والملاريا والدودة الكبدية ، كما يعرض الثروة السمكية لخسارة كبيرة ونفوق المواشى والأنعام التى تشرب المياه الملوثة بهذه المبيدات .
- ويؤدى الإسراف فى استخدام المبيدات الحشرية إلى فقدان التوازن الطبيعى القائم بين الآفات وأعدائها الطبيعيين ، وقد ينتج عن ذلك زيادة كبيرة وغير متوقعة من هذه الآفات .

ومن أمثلة ذلك [١] انتشار العنكبوت الأحمر ، ودودة اللوز فى مصر فى أعقاب استخدام بعض المبيدات الحشرية بإسراف شديد ، وبطريقة غير محسوبة ولم تكن هذه الحشرات من الآفات الخطيرة فيما مضى ، ولكن قتل المبيدات لأعدائها الطبيعيين ترك لها حرية التكاثر وأطلق لها العنان ، كما انقرضت بعض الطيور مثل الحدأة المصرية وأبو قردان والغراب والنسر الأمريكى ، والصقر ، وطائر البليكان ، وقد تأثرت الماشية وبعض الحيوانات الثديية فقد حدث عام ١٩٧١م أن تسمم ما يقرب من ١٥٠٠ من عجول التسمين الواقعة فى منطقة قطور

[١] أحمد مدحت إسلام : مرجع سابق . ص ١٣٧.

الواقعة فى دلتا النيل نتيجة استخدام مبيدات ذات تركيزات عالية فى مقاومة دوْدة القطن وحدث نفس الشئ أيضاً فى عام ١٩٦٨ فى مصر ؛ إذ تسمم عدد كبير من الماشية والأبقار وغيرها من الحيوانات بلغ عددها ٤٨٣ أو أكثر نتيجة استخدام الطائرات فى رش حقول القطن بالمبيدات الحشرية .

ويتأثر الإنسان كذلك بهذه المبيدات ، فالعمال الذين يعملون بمصانع هذه المبيدات يتأثرون بها بطريقة مباشرة ، إما عن طريق الملامسة أو عن طريق استنشاق أبخرة هذه المبيدات ، ويتعرض لهذا الخطر العمال الذين يقومون برش هذه المبيدات فى الحقول ، كما يتعرض له أيضاً بعض سكان القرى المجاورة للحقول المعالجة بهذه المبيدات .

وهناك مبيدات أخرى يستخدمها بعض المزارعين للقضاء على الفطريات التى تضر بزراعاتهم ، وهى مبيدات تحتوى على فلز الزئبق فى تركيبها ، وهى تلوث التربة بهذا الفلز الذى يبقى فيها مدة طويلة – سبق تناول ذلك – كما أن جزءاً من هذه المبيدات تجرفه مياه الأمطار ومياه الرى وتحمله إلى المياه الجوفية وإلى الأنهار والبحيرات .

وقد تنبهت بعض الدول إلى المخاطر البيئية الناجمة عن بعض المواد والمبيدات شديدة الخطورة فحذرت استخدامه .

(د) تلوث مياه الأنهار والبحار والمحيطات والخلجان بالنفط :

يعد التلوث بالنفط ومشتقاته من أهم الملوثات وأوسعها انتشاراً فى السنوات الأخيرة ، حيث تقدر كميات التلوث بالنفط بحوالى مليون

طن مترى سنوياً نتيجة للحوادث والحروب ، فى حن يقدر كمية التلوث نتيجة النشاطات الإنسانية حوالى عشرة ملايين طن مترى فى العام .

وقد يحدث التلوث بالنفط ومشتقاته نتيجة لواحدة أو أكثر من الأسباب التاليـــــــة :

- الحوادث التى تحدث لناقلات النفط العملاقة ومن أشهر هذه الحوادث غرق ناقلة النفط " أرجومرشانت Argo Merchant " عام ١٩٧٦م أمام رأس كود (Cape Cod) ، وقد نتج عن ذلك تدفق كميات كبيرة من النفط إلى مياه البحر قدرت بنحو ٤٠,٠٠٠ طـن عـلى وجـه التقريـب، وغـرق الناقلة (أموكوكاديز Amococadiz) عام ١٩٧٨م أمام الشاطئ الفرنسى وقد تدفق أغلب ما فيها فى مياه البحر وكانت حمولتها من زيت النفط نحو ٢٢٠,٠٠٠ طن ، وفى ٢٤مارس ١٩٨٩ غرقت ناقلة النفط العملاقة (أكسون فالديز Exxon Valdez) نتيجة اصطدامها بالصخور المرجانية أمام خليج (برنس ويليام) بالاسكا عندما كانت تتفادى الارتطام بأحد جبال الجليد العائمة، وقد تسرب من هذه الناقلة نحو ٤٠,٠٠٠ طن من زيت البترول ، وانتشر هذا الزيت مسافة نحو ألف ميل أمام شواطئ المنطقة والمناطق المجاورة لها ، وبعد انقضاء خمسة عشر يوما على الحادث بلغت مساحة المنطقة المغطاة بالزيت ضعف مساحة دولة (لكسمبورج) وغيرها من الحوادث الكثيرة .

- وقد يحدث التلوث بالنفط أيضاً من جراء استخراج زيت البترول من بعض الآبار المجاورة للشاطئ أو الموجودة فى أعماق البحار والخلجان، كما يحدث التلوث أيضاً نتيجة إلقاء بعض النفايات والمخلفات البترولية من ناقلات البترول أثناء سيرها فى عرض البحار، فتشير بعض الإحصائيات أن الحوادث البحرية التى تقع لناقلات البترول لا تشترك فى هذا التلوث إلا بنسبة لا تزيد عن ١٠% فقط ، بينما ينبع الخطر الحقيقى من بعض الحوادث التى تتكرر كل يوم ، فقد درجت ناقلات النفط على تعبئة مستودعات الاستقرار بعد تفريغها من زيت البترول بمياه البحر للحفاظ على توازنها وهى فارغة وعند تحميلها لزيت النفط تفرغ هذه المياه فى مياه البحر مرة ثانية ، ومن المعروف أن ناقلات النفط لا تفرغ حمولتها كلية بل يظل بها نحو ١,٥% من حمولتها الأصلية التى تختلط بالمياه وتعود إلى مياه البحر أو الخليج مسببة التلوث بالنفط .
- وقد قدرت كمية النفط التى تلقى فى مياه البحر الأبيض المتوسط من حوالى خمسين مصفاة بنحو ٢٠ ألف طن سنويا ، كما أن التنقيب عن النفط فى عرض البحر ينتج عنه تسرب كميات من النفط تقدر بحوالى ٠,٥% من الإنتاج .
- ويحدث التلوث بالنفط أيضاً نتيجة لانفجار آبار البترول واستخدامه فى الحروب كما حدث فى حرب الخليج وما سببه من تسرب كميات كبيرة من النفط إلى مياه الخليج .

ويمـــكن إجمـــال أهم المخاطر البيئية المترتبة على تلوث مياه الأنـهار والبحار والمحيطات والخلجان بالنفط فيما يلى :

- كسر التوازن البيولوجى بين بعض الكائنات البحرية ، وذلك نتيجة تأثير أحد المواد الملوثة على زيادة نمو نوع معين من الكائنات على حساب نقص نمو أحد الكائنات الأخرى . وهذا قد ينتج عنه إبادة النوع الثانى وسيادة النوع الأول .
- تسمم بعض الكائنات البحرية الحيوانية والنباتية نتيجة وصول المواد الملوثة إليها مباشرة مما يترتب عليه إضرار لهذه الكائنات، حيث يعتبر الخليج العربى من أشد الممرات المائية تلويثاً ، فتستخرج من الآبار المجاورة لشواطئه ملايين من براميل البترول فى اليوم ، وتشحن فيه الناقلات بكميات لا تنقطع من البترول ، ومما زاد من مشكلة التلوث فى هذا الخليج الحرب التى دارت بين العراق وإيران والتى أدت إلى ما يعرف بحرب الناقلات ثم أخيراً حرب الخليج الثانية أو ما يعرف باسم حرب تحرير الكويت " والتى ترتب عليها تلوث مياه الخليج بكميات كبيرة من النفط وموت أعداد كبيرة من الأسماك والطيور البحرية وتهديد بعض وحدات تحلية المياه فى بعض دول الخليج بالتوقف نتيجة التلوث .
- موت واختناق بعض الكائنات البحرية نتيجة نقص كميات الأكسجين المذاب فى الماء وذلك بسبب استهلاك كميات كبيرة من الأكسجين أو عجز النباتات وبعض أنواع الكائنات الحية من القيام

بعملية البناء الضوئى نتيجة طبقة رقيقة من الزيت تحول دون وصول أشعة الشمس لها وعزل مياه المجرى المائى عن الهواء الجوى مما يمنع ذوبان أكسجين الهواء الجوى فى الماء ليعوض نقص الأكسجين فتموت هذه النباتات ، وتموت معها الكائنات الحية الأخرى ، وقد تموت الطيور البحرية التى تتغذى على الأسماك وكائنات البحر الأخرى لأنها لم تعد تجد ما تأكله إذ يقدر عدد الطيور التى تموت سنوياً بسبب التلوث بالنفط فى انجلترا وحدها بحوالى ٢٥٠ ألف طائر.

- ويُعد التلوث بزيت البترول خطورة كبيرة على كل الكائنات الحية بما فيها الإنسان ، فزيت البترول يحتوى على كثير من المركبات العضوية التى يختلف أثرها من حالة إلى أخرى ، ومن أمثلتها المركبات الأروماتية مثل : النفتالين والفنانثرين ، والمركبات المحتوية على الكبريت مثل : الثيوفين والثيوكحولات، والمركبات المحتوية على النتروجين مثل : البيرول والبيريدين ، وبعض هذه المركبات يسبب الأورام خصوصا بعض الهيدروكربونات مثل البنزوبايرين .

وتتجمع هذه المواد والهيدروكربونات فى بعض الأنسجة الحية مثل : الأنسجة الدهنية . وأنسجة الكبد والبنكرياس . وبعض أنسجة الأعصاب ويؤدى ذلك إلى حدوث كثير من الاضطرابات فى حياة الكائن الحى .

(٢) تلوث المياه الجوفية ومخاطرها البيئية :

وتتمثل فى مياه الآبار والعيون ، وتعتبر مياه الآبار أقل أنواع المياه تلويثاً نتيجة لمرور المياه السطحية بعدة طبقات تعمل كمرشحات للجراثيم والميكروبات قبل أن تستقر فى جوف الأرض ، " وتنتشر الطبقات المائية الحاملة للمياه الجوفية فى أجزاء مختلفة من العالم العربى ،وتتفاوت درجات ملوحة هذه المياه من عذبة إلى مالحة إلى شديدة الملوحة ، فالمياه الجوفية فى الشواطئ الشرقية للبحر الأبيض المتوسط ذات درجة ملوحة منخفضة بينما مياه شبه الجزيرة العربية الجوفية ذات درجة ملوحة متوسطة إلى شديدة الملوحة ، وتعتمـد درجة ملوحة المياه على نوع الطبقات الصخرية وعلى تدخل مياه البحر ".[١]

ويمكن أن يحدث تلوث للمياه الجوفية إذا كانت بجوار مصدر من مصادر التلوث الأخرى مثل خزانات الصرف الصحى . أو نتيجة لتسرب مياه المطر الملوثة إلى طبقات الأرض المختلفة ، أو المياه الناتجة عن مخلفات الزراعة والملوثة بالمبيدات الحشرية . وكذلك يمكن أن يحدث تلوث المياه الجوفية نتيجة لدفن النفايات المختلفة فى باطن الأرض . وفى مناطق مجاورة لتواجد المياه الجوفية :

ومن الآثار المترتبة على تلوث المياه الجوفية :

- عسر الماء نتيجة ذوبان كميات من الأملاح التى تسبب ذلك . وهذا يؤثر على مدى استخدام مثل هذه المياه للاستعمالات الآدمية المختلفة .

---

(١) محمد سعيد رفاع : مرجع سابق . ص ١٣٣.

- تلوث الطبقة السطحية من التربة ، وهى الطبقة الصالحة للزراعة، وذلك لأن مصادر تلوث المياه تؤثر على جميع طبقات التربة بدرجات متفاوتة .
- كما يمكن أن تتلوث المياه الجوفية نتيجة لاستخدام المضخات وتعميق الآبار لاستخراج أكبر قدر ممكن من المياه حيث يؤدى هذا إلى انخفاض كبير فى منسوب المياه الجوفية وتردى نوعيتها، كما قد يؤدى هذا الانخفاض فى منسوب المياه إلى هبوط فى سطح الأرض أو إحداث الزلازل ، وذلك لأن التكوين الجيولوجى للأرض عبارة عن سوائل وطبقات حاملة وسحب المياه الجوفية يؤدى تكوين فراغات بين الطبقات ، مما يسهل حركتها نتيجة إنخفاض الضغط أضف إلى ذلك زيادة تكاليف ضخ المياه كلما زاد عمقها .

الإجراءات الوقائية اللازمة للإقلال والحد من تلوث المياه :

أصبحت مشكلة تلوث المياه أكبر من قدرات أفراد أو هيئات معينة ولذا فهى بحاجة إلى تكاتف الجهود الفردية والمؤسسية والدولية والعالمية لحد من هذه المشكلة ، ومن الإجراءات التى يمكن أن تتخذ فى هذا الشأن ما يلى :

(١) توفير الاعتمادات المالية اللازمة لحماية البيئة والمجارى المائية ضمن خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية ، حيث جاءت " بعض التشريعات التى صدرت لحماية البيئة منفصلة عن واقع الاستثمارات

على مستوى الدولة ، إذ أن صدور مثل تلك التشريعات يتطلب التمويل اللازم لها... إلا أنه فى الواقع فإن تلك التشريعات صدرت دون أخذ القدرة الاقتصادية على تنفيذها فى الاعتبار ، وعلى سبيل المثال فقد صدر القانون رقم ٤٨ لسنة ١٩٨٢ فى شأن حماية النهر والمجارى المائية من التلوث بعد اعتماد خطة التنمية الاقتصادية والاجتماعية الأولى "[١]، وتشير بعض الإحصاءات إلى أن الاستثمارات المخصصة للحد من التلوث فى العمليات الصناعية الملوثة للمياه خلال الفترة من ١٩٨٣-١٩٨٦ قد قُسمت إلى ثلاث مراحل ولم يتحقق معظمها بسبب نقص التمويل اللازم فقد كانت[٢] :

(أ) بالنسبة للمرحلة الأولى ، فإن تكاليف علاج برامج التلوث كانت تحتاج إلى ٧٨١ ألف جنيه لتنفيذ عمليات علاج التلوث فى ٢٢٧ مصنعاً ، ولم يتم تنفيذ هذا البرنامج لعدم توفير التمويل اللازم .

(ب) بالنسبة للمرحلة الثانية فقد تم اختيار ١٨٨ مصنعاً من المصانع التى تصب مخلفاتها فى نهر النيل وكانت تكاليف تلك العمليات ٢١٠ ألف جنيه ، ولم ينفذ منها سوى ٥٠% من العمليات لعدم وجود التمويل اللازم .

(ج) بالنسبة للمرحلة الثالثة ، فإن إجمالى تكاليف الاستثمارات بالنسبة لمعالجة العمليات الصناعية الشديدة التلويث للبيئة فقد

---

(١) منى قاسم : مرجع سابق ، ص١٠٧.

(٢) نفس المرجع سابق ، ص ص١١١-١١٢.

بلغت ٧٥ مليون و ٣٠٠ ألف جنيه ، ولم يتوافر التمويل اللازم لإتمام تلك العمليات .

(٢) إتخاذ التدابير اللازمة لإحلال الأساليب العلمية الحديثة فى الرى مثل الرى بالغمر لتوفير المياه اللازمة لاستصلاح الأراضى والأغراض الأخرى والحفاظ على منسوب المياه السطحية والجوفية عند مستويات لا يخشى منها فى حدوث جفاف أو مجاعات ، وذلك قد يتطلب من وزارة الزراعة تعميم مشروع الرى بالتنقيط مثلا فى بعض محافظات الوجه البحرى على سبيل التجربة وتوزيع التكلفة المالية على مساحة الفدان ، وعلى عدة سنوات مثلما هو متبع فى أسلوب الصرف المغطى لتحسين جودة الأراضى الزراعية .

(٣) توعية المزارعين بعدم الإسراف فى استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة الكيميائية لما تسببه من تلويث شديد للمجارى المائية وغيرها من صور التلوث .

(٤) نشر الوعى الصحى بين مختلف المواطنين وخاصة المزارعين وجذب الانتباه إلى :

(أ) ضرورة عدم تلويث مجارى المياه بفضلات الإنسان ، لما لهذه العادة السيئة من أثر سلبى فى تلويث المياه ، وجعلها إحدى وسائل انتقال العدوى بالأمراض الخطيرة مثل البلهارسيا .

(ب) توعية الفلاحين بعد غسل أدوات ومعدات رش المبيدات الحشرية فى مياه الترع والقنوات وكذلك عدم غسل أدوات وآوانى الطعام فى هذه المجارى وغيرها .

(ج) توعية أهل الريف بعدم صرف مخلفات المنازل والصرف الصحى فى المجارى المائية أو إلقاء الحيوانات النافقة فيها.

(٥) إبعاد المصانع والمنشآت الأخرى من فنادق عائمة عن مصادر المياه أو إلزامها بإعادة تدوير مخلفاتها وعدم إلقائها فى مجارى المياه بأى شـــــكل .

(٦) التوسع فى إنشاء محطات تنقية مياه الصرف الصحى وعدم استخدامها لأى غرض إلا بعد إعادة معالجتها .

(٧) الاهتمام بشبكات الصرف الصحى فى مختلف القرى والمدن وعمل إحلال وتجديد مستمرين لها .

(٨) الحد من تلوث مياه البحار والمحيطات باتباع بعض الإجراءات منها :

(أ) عدم صرف مخلفات الصرف الصحى بها ومخلفات المصانع المقامة عليها أو إلقاء السفن لمخلفاتها .

(ب) وضع ضوابط دولية وعالمية تنظم التعامل مع مياه البحار والمحيطات وتجريم إجراء التفجيرات النووية فى مياه البحار والمحيطات أو إلقاء السفن لبعض مخلفاتها بها ، سواء أكانت مخلفات صلبة أم سائلة أو إلقاء مخلفات الصناعة بها سواء

أكانت مخلفات صناعات عادية أم مخلفات مفاعلات نووية بشكل يجعل من هذه الضوابط ميثاق أخلاقى .

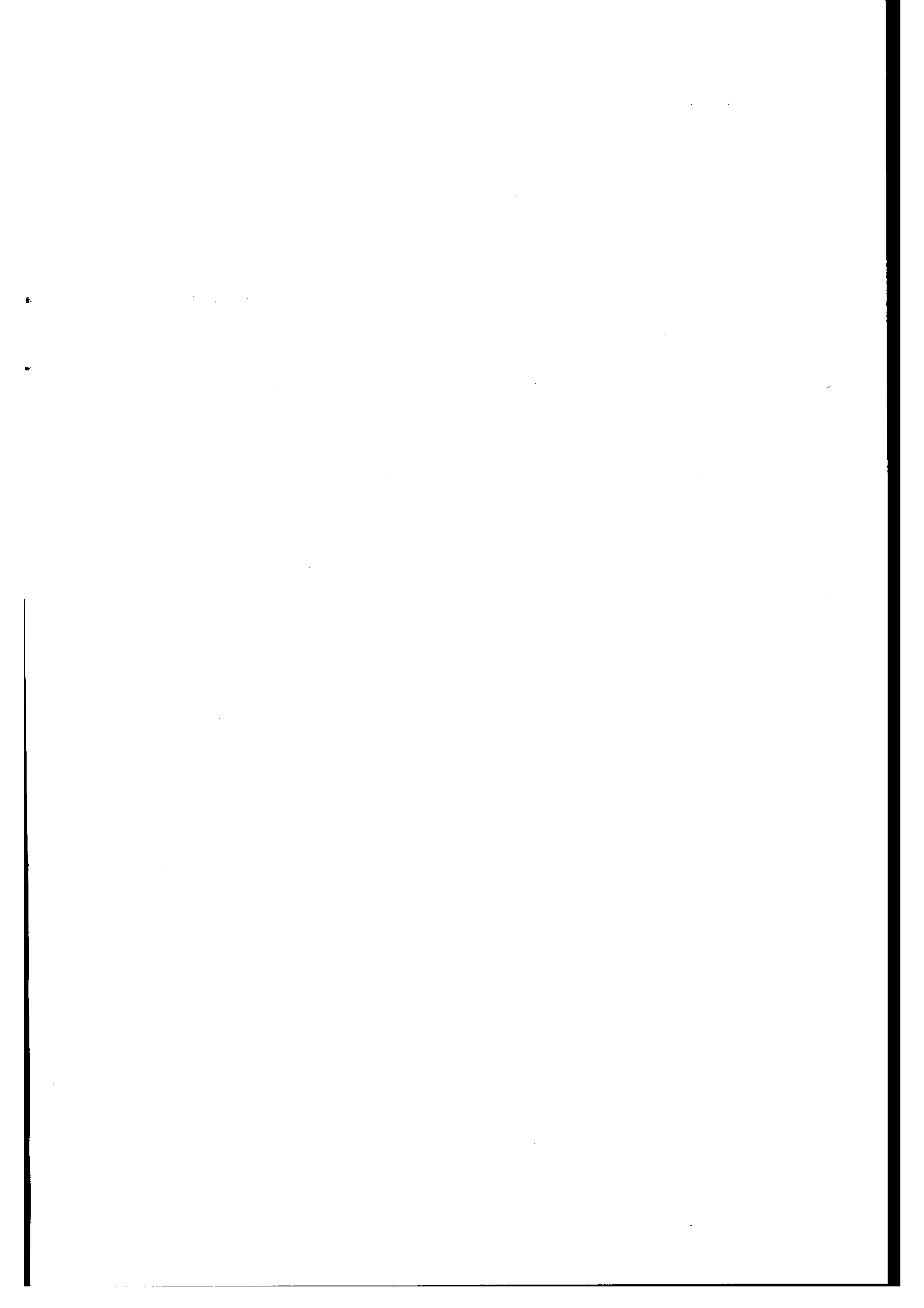
(٩) إتخاذ التدابير اللازمة للحفاظ على المياه الجوفية من التلوث مثل :

(أ) الإقلال من إستخدام المبيدات الحشرية حتى لا تتسرب إلى التربة وتلوث المياه السطحية والجوفية .

(ب) التوسع فى شبكات الصرف الصحى فى القرى لمنع إلقاء مخلفات المنازل والصرف بها فى باطن الأرض فيما يعرف فى الريف (بطرنشات الصرف) .

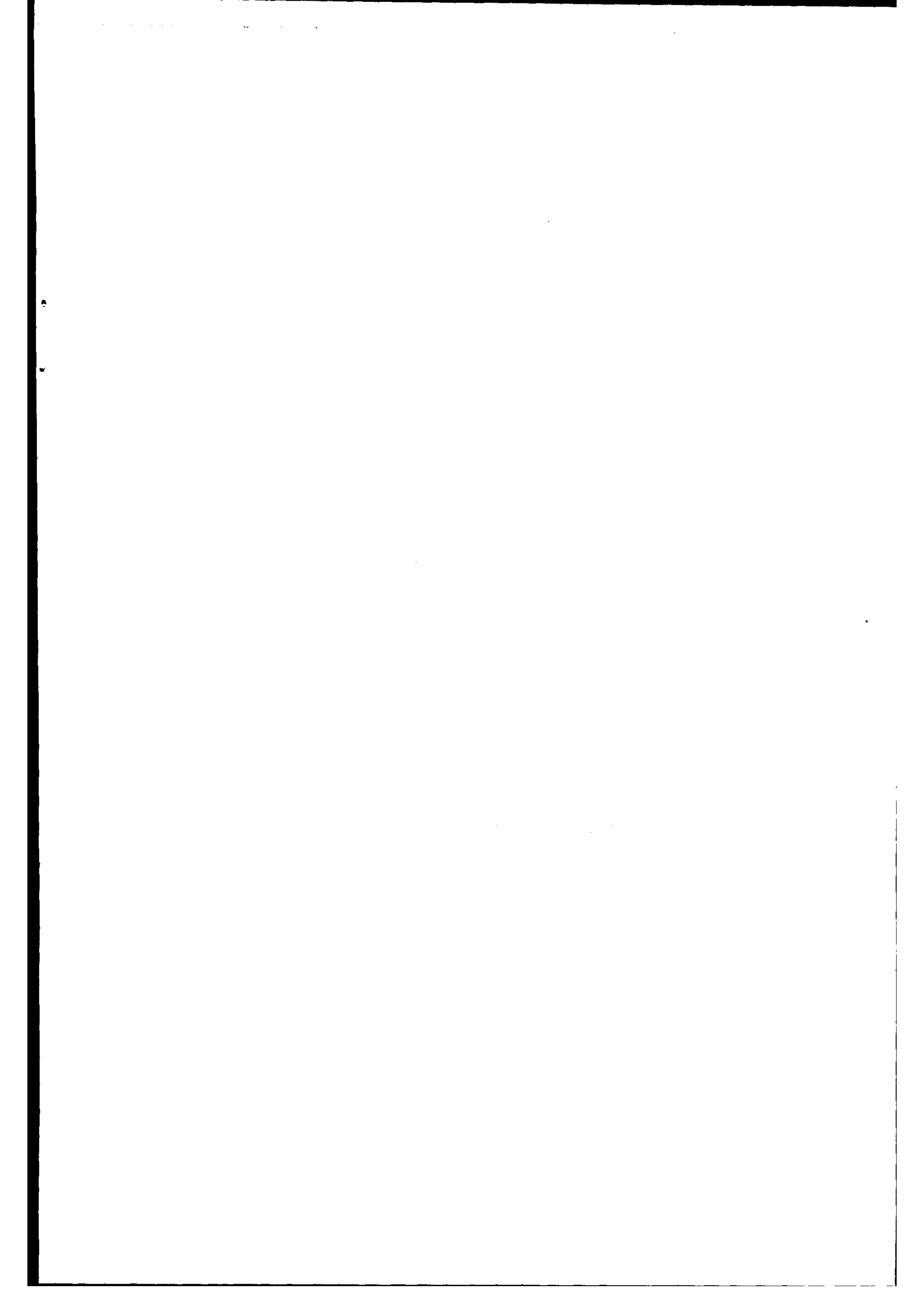
(ج) توعية المزارعين فى المناطق الصحراوية بعدم الإسراف فى استخدام مياه الآبار والعيون حفاظاً على مستويات معينة لها فى باطن الأرض ، وترشيد استهلاكها لتدوم فترة أطول أيضا .

(١٠) الإهتمام بشبكات تصريف مياه المطر لتنظيمها والإستفادة منها بصورة أفضل وبشكل يحول دون تلويثها .



الفصل السادس

تلوث التربة ومخاطره



تلوث التربة ومخاطره

مقدمـــــة :

تشكل التربة مكوناً رئيساً من مكونات البيئة ، فهى المكان الذى يعيش عليه الإنسان ، ويمارس حياته فيه ، وعليها بنى مسكنه ، ويمارس أنشطته المختلفة من زراعة وتجارة وصناعة ، ومختلف الأنشطة الأخرى ، كما أن فى باطنها تكمن كثير من الثروات التى يستخرجها الإنسان ليستخدمها فى حياته اليومية ، كما أن بداخل تكوينات التربة يكمن مصدر رئيسى من مصادر المياه التى لا غنى عنها للبشرية فى كثير من الأماكن والبلدان .

ومن الملاحظ أن تلوث الهواء والماء بصورة أو بأخرى ، يؤثر على تلوث التربة ، فكما ورد سابقاً ، فإن الهواء يغلف الكرة الأرضية ويتخلل جزيئاتها ، كما أن المياه الجوفية الملوثة أو غير الملوثة توجد فى أعماقها ، ومياه المطر تتخلل بداخلها ، ولذا يصعب الفصل بين تلوث الهواء والماء والتربة ، ولكن التأكيد يكون على أى منها أكثر تأثيرا بشكل ما من أشكال التلوث ، فهى قضايا جميعها متداخلة ومتشابكة – كما ذكرنا– وأى خلل فى أى نظام من الأنظمة البيئية يؤثر فى بقية الأنظمة الأخرى. ولذا ، فإن الحديث عن تلوث التربة يعد امتدادا لما سبق ذكره عن تلوث الهواء والماء .

مفهوم تلوث التربة :

يمثل النقص فى مساحة الأراضى الزراعية أو التربة الصالحة للزراعة أو النقص فى قدرتها على إنتاج المحاصيل والمنتجات الزراعية الإقتصادية التى يعتمد عليها الإنسان ، خطراً كبيراً على جهود الدولة ، لأن ذلك سيترتب عليه مشكلات من شأنها تدبير الإحتياجات الغذائية من دول أخرى .

ونظراً لأن الطلب متزايد وبشكل كبير على الغذاء وفى كل دول العالم نتيجة للتزايد السكانى المطّرد فى أرجاء الكرة الأرضية ، ونظراً لأن المساحة الصالحة للزراعة خصوصاً المحاصيل الزراعية ، مازالت محدودة على مستوى العالم ، فقد دفع ذلك ونتيجة للتقدم العلمى أيضاً إلى استخدام أنواع مختلفة من المخصبات الزراعية مثل : مركبات الفوسفات ، والنترات لزيادة خصوبة التربة المتاحة لهم ، وزيادة إنتاجها من المحاصيل الرئيسية التى يعتمد عليها الإنسان فى حياته .

واستخدام المخصبات الزراعية بطريقة متزايدة يؤدى إلى أن جزءاً كبيراً من هذه المخصبات يتبقى فى التربة ، وهو الجزء الذى يزيد على حاجة النبات ، ويمثل هذا الجزء المتبقى عاملاً مع عوامل تلوث التربة ، ويسبب كثيراً من الأضرار للبيئة المحيطة بهذه التربة ، حيث يصل جزء من مركبات الفوسفات والنترات نتيجة عملية الغسيل المستمرة للتربة إلى المياه الجوفية فيلوثها ، وتتلوث المجارى المائية أيضاً .

ويعد استخدام المبيدات الحشرية فى مقاومة الآفات الزراعية شكلاً آخر من أشكال تلوث التربة ، وبالرغم من أنه حديث نسبياً حيث لم يعرفه الإنسان إلا فى النصف الثانى من القرن العشرين إلا أنه يشكل خطراً إلى حد كبير ، حيث يتبقى فى الغالب جزء كبير من هذه المبيدات فى التربة قد تصل نسبته إلى ١٥٪ من كمية المبيد المستخدم ، والمشكلة الأكثر خطورة أن أثر هذه المبيدات المتبقية لا يزول من التربة إلا بعد إنقضاء فترة طويلة قد تصل إلى أكثر من عشر سنوات ، ومن جهة أخرى فإن مياه المطر تحمل جزءاً من هذه المبيدات وتتسرب إلى المجارى المائية وتسبب أضراراً كثيرة لما بها من كائنات حية ، وقد تصيب بالضرر كلاً من الحيوان والإنسان ، كما قد يختزن النبات جزءاً من هذه المبيدات وتنتقل عبر السلسلة الغذائية من النبات إلى الحيوان ثم الإنسان .

وهناك مشكلة التخلص من النفايات بدفنها فى حفر فى الأرض وما تسببه من تلوث خصوصاً أن هذه المناطق لا تصلح للبناء بسبب ضعفها ، وعدم قدرتها على تحمل الضغوط الكبيرة ، وإنما قد تستخدم فى الزراعة ، وعندما تسقط مياه الأمطار يتسرب جزء منها إلى هذه النفايات ، وقد تستخلص مياه المطر جزءاً من هذه النفايات وتحملها معها إلى المياه الجوفية، ومنها إلى المجارى المائية .

وهكذا تتعدد أشكال تلوث التربة وتتعدد ملوثاتها ، التى تختلط بالتربة الزراعية فتفقدها خصوبتها ، وتؤثر تأثيراً سيئاً فيها ، حيث قد

تتسبب فى قتل البكتريا المسئولة عن تحلل المواد العضوية الموجودة بالتربة ، وتثبيت عنصر النتروجين بها ، ومن مظاهر تلوث التربة وإفسادها ، إرتفاع نسبة الأملاح فيها عن المعدل الطبيعى حيث يؤثر ذلك سلبيا على نمو النبات وتكاثره ، ومع مضى الزمن تضعف قدرة النباتات على المقاومة فتموت ، ومع زيادة حدة ملوحة التربة (تملحها) يقل الغطاء النباتى ، وتتصحر التربة وتتحول الأرض الزراعية إلى مناطق جرداء صحراوية أو شبه صحراوية ، ويرجع السبب فى تملح التربة إلى عوامل منها سوء استخدام الأراضى الزراعية والممارسات الخاطئة فى عمليات التسميد والرى والصرف ، أى أن أساليب الزراعة الحديثة قد أثرت بشكل ما على طبيعة الأراضى الزراعية وتركيب التربة ، وتسببت فى بعض الحالات فى قلة خصوبتها وضعف إنتاجيتها على المدى الطويل .

وعلى ما سبق يمكن تعريف (مفهوم تلوث التربة) بأنه التغير الذى يطرأ على التربة فيغير من صفاتها وخواصها الطبيعية أو الكيميائية أو الحيوية أو جميعها بشكل يجعلها تؤثر سلبا على مكونات البيئة الأخرى الحية وغير الحية .

عوامل تلوث التربة :

من المعروف أن التربة هى القشرة الخارجية لسطح الأرض والمكونة من الصخور الرسوبية والتى فيها ينمو النباتات وتمتد جذوره والتى تكونت مع الزمن نتيجة لتفتيت الصخور المكونة للأرض بفعل

القوى والعوامل الخارجية التى أدت إلى حدوث هذا التفتيت ، مثل ارتفاع درجة الحرارة نهاراً وانخفاضها ليلاً ، وتأثير عوامل التعرية الكيميائية والطبيعية من رياح وأمطار وغيرها ، وعلى ذلك فلا يختلف معنى التربة فى هذا العرض عن معنى الأرض بل يأتيان بمعنى واحد.

ويمكن تحديد عوامل تلوث التربة إلى :

أولاً : العوامل الطبيعية الملوثة للتربة ومخاطرها :

وهى العوامل التى ليس للإنسان دخل فيها إلى حد كبير ، وهى متعددة وتسبب تغيراً فى صفات التربة بشكل يؤثر على انتاجيتها ومن هذه العوامل :

١ - الزلازل :

الزلزال هو إهتزازات مفاجئة فى القشرة الأرضية ، حيث تنتج الزلازل كما افترض العلماء عن تحرك الصخور على سطح صدع بحيث تتزحزح الصخور بعيداً عن صخور أخرى ، وأفضل مثال[١] على ذلك ما يحدث فى صدع سان أندرياس بولاية كاليفورنيا الأمريكية ، حيث تتزحزح الصخور إلى الغرب من الصدع بعيدا عن الصخور المجاورة ، وعندما يتزايد معدل الإزاحة على سطح الصدع ينتج زلزال مؤثر ، وقد يحث الزلزال نتيجة لتحرك صخور إلى أسفل على سطح صدع بعيدا عن

---

[١] محمد صبرى محسوب ، محمد إبراهيم أرباب : الأخطار والكوارث الطبيعية . الحدث والمواجهة.معالجة جغرافية ، ط١ ، القاهرة ، دار الفكر العربى ، ١٩٩٨. ص. ٥١

الصخور التى كانت تجاورها ، وبالتالى تبدأ الصخور الرابضة فوق الصخور التى هبطت فى إعادة تحديد مواقعها مما يؤدى إلى حدوث سلسلة من الهزات الزلزالية التى نعرفها بتوابع الزلزال الرئيسى ، والذى نتج أساساً عن الهبوط المفاجئ للصخور وأنزلاقها على سطح الصدع إلى أسفل ، وتتركز التأثيرات الشديدة للزلازل القوية فى المناطق المحيطة بمركز الزلزال . ويتعرض سطح الأرض بما عليه فى تلك المنطقة إلى تموجات تسبب إنهيار المبانى والجسور وتشقق الطرقات ، كما تتفجر أنابيب المياه والنفط . وتنقطع أسلاك الكهرباء والهاتف . وتلتوى قضبان السكك الحديدية ، كما تؤدى الزلازل إلى إندلاع الحرائق وتتسبب فى الإنهيارات الأرضية والثلجية ، وإكتساح الأمواج المائية للشواطئ .

وتؤدى التموجات الزلزالية إلى إستجابة سطح الأرض . فيتموج هو أيضاً ، فينتج فى بعض الأماكن ، ويتولد فيه شقوق طويلة تمتد أحيانا عشرات الكيلومترات. وتؤدى الشقوق فى بعض الحالات إلى تفريغ مياه البحيرات ، وتغيير مجارى الأنهار . ومن مخاطر الزلازل والتى تعمل على إفساد التربة والأراضى الزراعية وتقليل إنتاجيتها ما يلـــــى [١]

- إنهيار بعض المنشآت الهامة مثل السدود والخزانات والمنشآت الصناعية .

---

[١] حسن أحمد شحاته مرجع سابق . ص ١٤٣.

- إنهيار الصخور الكبيرة والصغيرة التى تؤدى إلى إنسداد مجارى الأودية وردم الآبار ومحطات المياه ، ودفن التربة الزراعية .
- إنخفاض مستوى المياه الجوفية بشكل يجعل من العسير الحصول عليها أو إرتفاعها إلى الأعماق السطحية من الأرض، فتؤثر على صفاتها الكيميائية والفيزيائية مثل درجة التشبع وكمية الأكسجين والعناصر الغذائية ، مما ينعكس سلبياً على النباتات المزروعة .

وتعد الزلازل أشد الكوارث الطبيعية البيئية تدميراً وتخريباً للمنشآت البشرية ، وعادة ما ترتبط الزلازل فى توزيعها بمناطق الضعف وعدم الاستقرار من القشرة الأرضية ، والتى تعتمد على الحدود الفاصلة بين الألواح التكتونية ومناطق الصدوع. وعلى ضوء ذلك ، يوجد حزامان رئيسيان يضمان داخلهما نحو ٩٠% من جملة عدد الزلازل التى تتعرض لها الأرض[١]: الأول هو حزام الحلقة النارية **Fire Ring** حول سواحل المحيط الهادى وبه نحو ٧٠٪ من جملة عدد الزلازل ، أما الحزام الآخر فيعرف بالحزام الألبى ويمتد إمتداداً عرضياً من أسبانيا فى الغرب حتى جنوب شرق آسيا شرقاً ماراً بجبال الألب الأوروبية وسلسلة جبال طورروس فى تركيا وزاجروس ومرتفعات إيران وجبل الهيملايا ، ويضم هذا الحزام نحو ٢١٪ من عدد الزلازل فى العالم ، وإلى جانبهما توجد مناطق أخرى ثانوية تتعرض للزلازل بدرجات متباينة مثل منطقة

---

(١) محمد صبرى محسوب ، ومحمد إبراهيم أرباب : مرجع سابق ، ص٥٥.

لصدع الأفريقى الأخدودى Rift-vellag طول امتداد حافتى دولفن وتشالنجر وسط المحيط الأطلنطى والأطراف الشمالية الغربية من أفريقيـــا .

ولقد شهد العالم فى الآونة الأخيرة عددا من الزلازل المدمرة فى كل من اليابان وإيطاليا وشيلى ومصر وتركيا وتايوان تركت آثارها تدميرية فى مختلف الجوانب المادية والبشرية ـ فقد تعرضت مصر لزلزال مدمر فى ١٢ أكتوبر١٩٩٢ قوته ٥.٩ بمقياس رختر أسفر عن خسائر ودمار بيئى متسع منها [١] :

- حدوث تشققات أرضية جنوب جبل الصاغة وفى منطقة كوم أوشيم بلغ اتساعها نحو عشرة سنتيمترات بأطوال تتراوح بين ٤٠ ، ٦٠ سم فى معظمها ، ووجد شق طوله كيلو متر واحد شرق هرم دهشور وصاحبه شقوق موازية له .
- هبوط فى سطح الأرض فى بعض المناطق عند منطقة البليدة على بعد ٥٤ كم من القاهرة مما ترتب عليه هبوط فى السكك الحديدية على خط الجيزة – أسوان ، وهبوط فى الطريق البرى الممتد بين القاهرة وأسوان وقد بلغ هذا الهبوط نحو ١,٤ متر .
- إندفاع المياه من باطن الأرض أثناء وفى أعقاب حدوث الزلزال وكانت المياه محملة بالطين والرمال ، وقد ظهر ذلك

---

(١) نفس مرجع سابق ، ص ٦١-٦٢.

فى البليدة والعياط غرب نهر النيل ، وكذلك جنوب الصف شرق النهر. وإلى جانب الآثار التى تجمعت عن الزلزال فقد كانت له آثاره التدميرية على مناطق فى القاهرة وبعض مناطق الوجه البحرى، وتهدمت بعض المساكن والمنشآت وبلغ عدد الضحايا أكثر من ٥٥٠ نسمة ، بالإضافة إلى تشريد الآلاف وإصابة أعداد كبيرة من السكان.

٢- الرياح والأعاصير :

تعرف الرياح بأنها عبارة عن هواء متحرك أفقياً من أماكن ذات ضغط جوى مرتفع إلى أماكن أخرى ذات ضغط جوى منخفض ، ومن المعروف أن أشعة الشمس هى السبب الأساسى فى تغيرات الطقس والمناخ ، إذ أن أشعة الشمس تعمل على تسخين الهواء وتمدده ، ويؤدى ذلك إلى قلة الضغط ، ومن ثم تتحرك الرياح من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض. وتسمى الرياح باسم الجهة التى تهب منها ، فيقال رياح شمالية أى أنها قادمة من ناحية الشمال أو رياح غربية وهى تلك القادمة من ناحية الغرب .

وتصنف الرياح حسب سرعتها إلى المسميات التالية :

هواء ساكن وتكون سرعته أقل من ميل فى الساعة ، نسيم خفيف إلى نسيم منعش – شديد – معتدل ، وتتراوح سرعته من ٤-٣١ ميل فى الساعة، وفيه تتحرك أغصان الأشجار الكبيرة والصغيرة على

السواء ، ثم نوة معتدلة – نشيطة – شديدة تامة والتى تتراوح سرعة الرياح فيها من ٣٢-٦٣ ميل فى الساعة ، وعندها تبدأ المخاطر من تكسير أغصان الأشجار إلى إقتلاع وتدمير الأشجار والمحاصيل ، وقد تسمى الرياح باسم العاصفة وهى التى تتراوح سرعة الرياح فيها بين ٦٤-٧٢ ميل فى الساعة . ومن آثارها إتلاف المنشآت وتحطيم المزروعات وتخريب فى مختلف الجوانب ، وأخيراً الإعصار وتكون سرعته أكثر من ٧٢ ميل فى الساعة . وهو أشدها تدميراً وإتلافا وأكثرها خطورة هى العاصفة الرعدية Thunder Storm أو ما يعرف باسم الترنيدو Tornado وتصل سرعتها إلى ما يقرب من ٣٠٠ عقدة فى الساعة (٥٠٠ كم/ ساعة) ، ولذلك فهى عندما تمر بمنطقة ما فإنها تدمر كل ما بها من مظاهر بشرية والكثير من المظاهر الطبيعية ، وقد تنفجر المبانى التى تمر بها الترنيدو وذلك بسبب الهبوط المفاجئ الحاد للضغط الخارجى ، كما يمكنها رفع أشياء أو حيوانات وإلقاؤها بعيداً فى طريق هبوبها .

وتعرضت مناطق كثيرة من العالم إلى عواصف مدارية وعواصف الترنيدو ، منها ولاية فلوريدا وولاية تكساس وبورتوريكو بالبحر الكاريبى وسواحل البنجلاديش والصين والفلبين .

إلى جانب ما سبق . تعرضت مناطق أخرى كثيرة من العالم لأعاصير مخربة منها تلك العاصفة التى تعرضت لها الأجزاء الجنوبية من إنجلترا وذلك فى ليلة ١٥ أكتوبر ١٩٨٧ وأدت إلى مقتل ١٣ نسمة

وإقتلاع ملايين الأشجار تمثلت أضرارها فى هبوب الرياح وسقوط المطر وحدوث عواصف بحرية وبلغت الخسائر ما بين ٤٥٠-٧٥٠ مليون جنيه استرلينى . [١]

وتعرضت مناطق من الشرق الأوسط لأعاصير عنيفة صاحبتها أمطار غزيرة ، وذلك فى شهر أكتوبر عام ١٩٩٧م فقد تعرضت منطقة أريحا بالسلطة الفلسطينية لرياح عنيفة وأمطار غزيرة أدت إلى تدمير ٥٢ منزلاً وإتلاف مساحات زراعية واسعة ومحاصيل متعددة ، وبلغت الخسائر نحو ستة ملايين دولار ، كما تعرضت مصر فى نفس الوقت لأعاصير فى مناطق جنوب سيناء وساحل البحر الأحمر أتلفت بعض الطرق وسبعة قتلى .

وتعرضت أوروب الغربية فى فبراير ١٩٩٥ لفيضانات مدمرة شملت كلاً من بلجيكا وفرنسا وألمانيا وهولندا ، وقد نتج عنها تدفق ميـــاه الأنهار وإغراق الشوارع وإتلاف العديد من المبانى وتشريد الآلاف .

وتعرضت مقاطعة كوينزلاند لأمطار عاصفة أدت إلى غمر مساحات واسعة من أراضيها بمياه ارتفاعها نحو نصف متر ، وقد استمر هطول الأمطار لمدة ثلاثة أيام من ٩ إلى ١٢ يناير عام ١٩٩٨ ، وقد نتج عن ذلك حدوث إنزلاقات طينية وصخرية .

---

(1) Mitchell, j.K. etal : A Contextual Model of Natural Hazards, Gazards, Georgre Review, Oct. Vol. 79. No.9 1989. P 391

ومن الرياح الملوثة والمتربة والحارة والتى تهب على مصر ، رياح الخماسين والتى تهب على القسم الشمالى من مصر ، وهى رياح حارة جداً وشديدة الجفاف ؛ ونظراً لقدومها من الجنوب الصحراوى فإنها تكون محملة بالأتربة والرمال ، وكثـيراً ما ترتفع حرارتها إلى ٤٥°م وهى تهب فى فترات متقطعة أثناء فصل الربيع .

وتتمثل الأخطار الرئيسية للخماسين فى إتلاف النباتات خاصة فى محافظتى الجيزة والقليوبية حيث المساحات الواسعة المزروعة بالخضر والفواكه ، كما تؤدى إلى حجب الرؤية واحتقان للحيوانات إلى جانب ما تسببه من تلوث وأمراض .

وفى المملكة العربية السعودية تهب رياح السموم ، وهى تماثل رياح الخماسين فى مصر من حيث درجة حرارتها المرتفعة وحمولتها من الأتربة والرمال وهبوبها من الجنوب ، ويعد شهر مايو أكثر الشهور تأثراً بهبوبها بالمملكة العربية السعودية حيث تحمل معها الأتربة من الربع الخالى باتجاه بادية الشام ، وتسبب هذه الرياح عند هبوبها تلوثاً واضحاً وتعطيلاً لحركة النقل وإصابة لعدد من السكان بأمراض الجهاز التنفسى ولا سيما قرب معامل تكرير البترول حيث تختلط الأتربة بالدخان، ومن الأمراض الناجمة عنها تخدش أغشية العين إلى جانب جفاف الجلد وغيرها من آثار خطيرة على صحة الإنسان .

(٣) البراكيـــن :

تعد البراكين أحد ملوثات التربة وهى تمثل كارثة أرضية خاصة عند حدوثها فى الأراضى الزراعية أو بالقرب منها ، حيث يؤدى إندلاع

صهير البركان إلى سطح الأرض إلى دفن الأراضى الزراعية وتغطيتها بأكوام من الصخور البركانية ، بالإضافة إلى الكميات الهائلة من الأبخرة والغازات التى تؤدى عند سقوطها على الأرض أو إنجرافها مع الماء إلى تلويث الأراضى الزراعية بأكسيد وكبريتات وكلوريدات المعادن المختلفة مما يزيد من تركيز المعادن فى التربة عن الحد الأمثل ، وبالتالى يؤدى إلى تلويثها وإفسادها .

وكما ورد ذكره سابقاً إن الحديث عن تلوث التربة قد يعنى كذلك تلوث بقية النظم البيئية الأخرى من تلوث الماء والهواء أيضاً ، حيث يعد تلوث الهواء والأخطار المرتبطة به من النتائج الخطيرة للثورات البركانية حيث لا يقتصر تأثيرها على تلوث التربة فقط بل يمتد إلى بقية عناصر النظم البيئية الأخرى ، فالرماد البركانى الناتج عن البراكين يصحبه أيضاً أبخرة وغازات مختلفة مثل : الهيدروجين وثانى أكسيد الكربون وثانى أكسيد الكبريت ، وكلوريد الألومنيوم وغيرها من الغازات الضارة بالبيئة والتى تسبب تغيراً فى درجة حرارة الأرض بجانب أن يغطيها غازات سامة .

فقد " حدث إنفجار غازى (بركانى) ضخم فى بحيرة نيوس Nios بالكاميرون وهى تقع على بعد مائتى كيلومتر شمال العاصمة ياوندى وتنتشر حولها أعداد من القرى والأراضى الزراعية نتج عنه قتل ١٢٠٠ نسمة وتشريد ودمار فى المنطقة المحيطة بالإنفجار ، كما أدت غازات الكبريت التى اندلعت من بركان ماسايا فى نيكاراجوا علم

١٩٤٦ إلى إتلاف ١٢٠ كم مربع من الأراضى المزروعة بالبن ، وقتل ستة ملايين شجرة " .[١]

وقد تنجم عن البراكين تدفقات طينية تكون غاية فى الخطورة مثلما يحدث فى مناطق جنوب شرق آسيا ، وفى الولايات المتحدة الأمريكية فقد ثار بركان سانت هيلانة فى مايو ١٩٨٠ ونتج عن ثورته وفاة ٦١ شخصاً وتدمير ٥٢٠ كم مربع من غابات الصنوبر بولاية واشنطن الأمريكية التى يقع بها البركان وتدمير مائة مسكن وحدوث انهيارات أرضية وطينية .

ثانياً : العوامل غير الطبيعية (البشرية) الملوثة للتربة ومخاطرها :

١- المخلفات والمواد الصلبة :

تتعدد المخلفات وتتنوع طبقاً للأنشطة البشرية سواء الأنشطة الزراعية أو الصناعية أو الأنشطة اليومية المرتبطة بالسلوك اليومى والمخلفات المنزلية ، حيث ساهم فى الزيادة المطردة للنفايات فى عصرنا الحاضر عدة عوامل منها : ازدياد عدد السكان ، وإرتفاع مستوى المعيشة والتقدم الزراعى والصناعى الهائل وكذلك عدم اتباع الطرق العلمية الصحيحة فى جمع ومعالجة النفايات .

" وإذا أخذنا الولايات المتحدة الأمريكية كمثال ـــ فإن متوسط وزن الفضلات الصلبة فى عام ١٩٤٥ كان يتراوح ما بين ١-١,٢

---

(١) محمد صبرى محسوب ، محمد إبراهيم ارباب : مرجع سابق ، ص ٧٣.

كيلوجرام لكل مواطن يوميا ، وقد ارتفع هذا الرقم ليصل فى عام ١٩٩٠ إلى نحو ٧٠٠ كيلوجرام لكل مواطن سنوياً ، وتأتى الولايات المتحدة الأمريكية فى مقدمة دول العالم من حيث حجم النفايات الصلبة التى تتخلص منها ، وهى تخلف وحدهـا نحـو نصف كمية النفايات فى العالم ".[١]

وتحتل الفضلات المنزلية المركز الثانى من مجموع المخلفات الصلبـــــة .

فى أمريكا ، وتحتوى هذه الفضلات على ورق وبلاستيك ومواد غذائية وغيرها ، ووجود المواد الغذائية مع النفايات يجعلها مستنقعا لتجمع الحشرات والأحياء الأخرى الناقلة للأمراض.

وتشكل المخلفات المنزلية جانباً كبيراً من تلوث التربة ، وهى قد تزيد أو تنقص تبعاً لوعى المجتمع ذاته ، فكلما كان المجتمع واعياً أحسن استخدام المخلفات العضوية ، وقلّ فائض الأطعمة التى يتم رميها فى المزابل ، ففى ألمانيا الغربية كانت مخلفات الأطعمة تمثل تقريباً ما بين ١٠-٢٠% من النفايات المنزلية ، بينما فى جدة ، عام ١٩٨٦م وصلت نسبة مخلفات الأطعمة إلى ٤٩% من النفايـــات فى الأحياء السكنية " . [٢]

---

[١] محمد عبد القادر الفقى ، مرجع سابق ، ص ص ٧٣-٧٤.

[٢] محمد سعيد رفاع : مرجع سابق ، ص ١٦٣.

ويؤدى التخلص من النفايات بدفنها فى التربة إلى تحلل المواد العضوية وإنطلاق غاز الميثان الخطر وبعض الروائح الكريهة كما تتسرب السوائل الموجودة فى النفايات إلى الطبقات الجيولوجية ملوثة التربة حتى تصل إلى المياه الجوفية فتلوثها ، وترك النفايات فى الأرض يتسبب فى تلف التربة الزراعية لا سيما وأن بعض النفايات لا يتحلل بيولوجيا بسهولة ، والبعض الآخر سام (كالمعادن الثقيلة) .

كما تلعب المخلفات الزراعية الناتجة عن عمليات الزراعة والحصاد دوراً رئيساً فى تلوث التربة والناتجة عن رمى وإلقاء بعض المزارعين لمخلفات المحاصيل الزراعية فى الأراضى الزراعية مما يجعلها مرتعاً لتوالد وتكاثر بعض الحشرات التى تدمر المحاصيل مثل الفئران والتى كانت قد تكاثرت فى مصر فى فترة السبعينيات والثمانينيات وهاجمت بل قضت على كثير من المحاصيل الزراعية ، وهاجمت بعض القرى فى بعض محافظات مصر.

٢- المبيدات الحشرية والأسمدة الكيميائية :

تستخدم المبيدات فى مقاومة الآفات الزراعية وكذلك الحشرات المنزلية مثل البعوض والذباب وغيرها أو طفيليات تهدد صحة الإنسان ، وتتلوث التربة من جراء تساقط المبيدات عليها فى أثناء رش المحاصيل الزراعية ، أو نتيجة لمعاملة التربة أو البذور بطريقة مباشرة بغرض الوقاية من الآفات أو مكافحتها ، وقد تتلوث التربة نتيجة لتساقط أوراق النباتات المعاملة بالمبيدات ، أو بسبب غسيل النباتات الملوثة بماء المطر .

ويتوقف مدى خطورة المبيدات على التربة على عدة عوامل ، هى : نوع المبيد ومدة بقائه بالتربة من حيث مقاومته لعوامل التحلل ، ودرجة سميته بالنسبة للكائنات الحية الدقيقة الموجودة فى التربة .

وقد تزايد الطلب على المبيدات الحشرية بشكل كبير لدرجة أنه يصعب حصر هذه المبيدات والتى تم تخليقها منذ الحرب العالمية الثانية، وبرغم ذلك فإنه يمكن تصنيف هذه المبيدات إلى قسمين هما :

أ- المبيدات غير العضوية والتى شاع استخدامها فى صورة طعوم سامة وكانت تستهدف قتل الحشرات ذات الفم القارض أساسا ، وبعض الحشرات ذات الفم الماص . والثاقب الماص واللاعق ، وأهمها مركبات الزرنيخ ومركبات الفلور والزئبق والفسفور ومركبات الكبريت .

ب-المبيدات العضوية والتى يمكن تصنيفها بدورها إلى مجموعات ثلاث: مبيدات موجودة طبيعياً فى النباتات ، مثل أحماض البولتيك Boletic Acids ، وهى عبارة عن مضادات حيوية موجودة فى بعض النباتات السامة ، ثم مبيدات حشرية من أصل نباتى Botacial Insecticides ، وأخيراً مبيدات تم تخليقها صناعيا ، وهى أكثرها خطورة مثل الـــ د.د.ت ومشتقاتها وسادس كلوريد البنزين واللندين والمبيدات الفوسفورية العضوية والمبيدات الكربماتية .

ومن مخاطر هذه المبيدات ما يلى :

- تأثيرات ضارة على الكثير من الكائنات الدقيقة المفيدة التى تسهم فى تكامل عناصر البيئة فى التربة الزراعية ، مثل البكتريا المثبتة لعنصر النتروجين وكذلك البكتريا العقدية ، وبخاصة خلال الأسابيع الأربعة الأولى من رش المبيدات ، كما تبين أن المبيدات تتسبب فى قتل كثير من الأحياء الدقيقة التى تستوطن التربة ، والتى تسهم فى تحليل المواد العضوية والمخلفات النباتية التى ينتج عنها الدبال وهو المكون الأساسى للتربة .

- استعمال بعض المبيدات قد يؤدى إلى قتل كثير من الكائنات الدقيقة التى تعيش فى الماء ، وهذه الكائنات لها دور مهم فى التوازن الطبيعى للبيئة، فهى تسهم فى تنقية الماء من كثير من عوامل التلوث ، وذلك لأنها تساعد على الحفاظ على نسبة الأكسجين الذائب فى الماء .

- بالإضافة إلى ما سبق ، فإن للمبيدات تأثيرات على الإنسان فهى تسبب أضراراً خطيرة تتعلق بصحة الإنسان حيث تسبب أمراضا خطيرة مثل السرطان ، كما أن لها تأثيراتها السلبية على الحياة البرية حيث يتصف بعضها بالتراكم والانتقال فى مكونات السلسلة الغذائية للإنسان والحيوانات البرية ، ويؤدى استعمال بعض المبيدات إلى حدوث أضرار للنباتات الخضراء وبخاصة للمحاصيل الحساسة والضعيفة النمو ، حيث يؤدى استخدام المبيد بتركيزات عالية إلى

حدوث أضرار للنبات تكون فى صورة حروق للأوراق أو تحور فى أشكالها ، مما يؤدى إلى جفافها ثم سقوطها ، فيموت النبات فى النهاية ، وقد تسببت المبيدات فى إبادة الغابات الخضراء وقد استخدمت الولايات المتحدة الأمريكية مبيد " 2, 4 5TPAA " 2,4,5 –Trichloro phenoxy Acetic Acid لتعرية الغابات من أوراقها فى أثناء حرب فيتنام ، مما جعل الغابات الكثيفة عبارة عن أعواد من الخشب كئيبة المنظر .

أما فيما يتعلق بالأسمدة الكيميائية ، فقد سبق الحديث عن أن تزايد الطلب على الغذاء ورغبةً فى زيادة الإنتاج الزراعى تسابق المزارعون فى استخدام الأسمدة الكيميائية لتحقيق ذلك الغرض ، مما أدى إلى زيادة الإنتاجية فى السنوات الأولى للإستخدام ثم تدهورت الإنتاجية فيما بعد حيث تبين أن الأسمدة الكيميائية تتسبب فى تكوين طبقة غير مسامية فى أثناء سقوط الأمطار الغزيرة ، ومن ثم لا يتم تصريف مياه الأمطار خلال الفراغات الموجودة بين حبيبات التربة ، ويؤثر ذلك سلبياً فى جذور النباتات ، كما تبين أيضاً أن هذه الأسمدة تتسبب فى إعاقة النباتات عن امتصاص بعض العناصر الغذائية الأخرى الموجودة فى التربة .

وقد أدى الإسراف فى استخدام الأسمدة الآزوتية والفوسفاتية إلى تراكم كميات كبيرة من النترات فى الأوراق والجذور مما ترتب عليه تغير فى طعم الخضراوات والفواكه ورائحتها وطعمها عن ذى قبل ، وحينما تنتقل هذه المركبات (وبخاصة النترات والنيتريت) إلى جسم

الإنسان عبر السلسلة الغذائية ، تسبب نوعاً من فقر الدم عند الأطفال وسرطان البلعوم والمثانة عند الكبار .

٣- المعادن الثقيلة :

تلوث التربة بالمعادن الثقيلة والتى أهمها الكادميوم والرصاص والزئبق والنيكل والزرنيخ والنحاس والتى قد تصل إلى التربة نتيجة لعمليات الصرف الصحى وري التربة الزراعية بمياه صرف تحتوى على هذه العناصر، أو نتيجة لتساقط المركبات العالقة لهذه المعادن فى الهواء مثل عوادم الرصاص التى تتساقط على التربة من خلال عوادم السيارات، وقد تشتمل مياه الصرف الصحى على نسبة عالية من الصوديوم والماغنسيوم والفوسفور ومركبات النترات وعندما يزيد تركيزها فى التربة يحدث ما يعرف بتمليح التربة .

٤- التلوث بالمواد المشعـــة :

يعد التلوث بالمواد المشعة شكلاً من أخطر الملوثات البيئية لما يسببه من تلوث لكل مكونات البيئة من كائنات حية وغير حية ، وقد يحدث التلوث الإشعاعى نتيجة للإشعاعات الذرية المنبعثة من المصادر الطبيعية ، وهى ما يعرف بالتلوث الإشعاعى الطبيعى ومن مصادره :

(أ) الأشعة الكونية Cosmic Rays والتى تصل إلى الأرض من الفضاء المحيط بها وهى تتأثر بمجموعة من العوامل منها المجال المغناطيسى للأرض ، مقدار الارتفاع عن سطح البحر.

(ب) الإشعاعات الناتجة من القشرة الأرضية ، وهذا النوع يحدث نتيجة لوجود مصادر إشعاعية فى القشرة الأرضية نفسها مثل الصخور الجرانيتية والبازلتية والرسوبية والجيرية والرطبة ، ومن المواد المشعة التى تنطلق من هذه الصخور عنصر اليورانيوم والثوريوم والبوتاسيوم والتى تنتشر فى كثير من بلدان العالم ومن بينها مصر، كذلك تعد مياه البحر مصدر للتلوث الإشعاعى بعنصر البوتاسيوم .

وبالرغم من ذلك فإن هذا الشكل من التلوث يعد قليل الخطورة إذا ما قورن بالتلوث الإشعاعى الصناعى وهو ذلك النوع التلوث الناتج عن الإشعاعات والنفايات الذرية المتبقية بعد التفجيرات النووية أو كمخلفات للمفاعلات النووية ويحدث التلوث الإشعاعى نتيجة لما يلى :

أ- التفجيرات الذرية :

والتى قد تتم إما تحت سطح الأرض أو تحت سطح الماء أو فى الهواء الجوى على ارتفاعات متفاوتة ، وتمثل التفجيرات الذرية التى تتم فى الهواء الجوى أخطر أنواع التفجيرات وأبعدها أثرا فى تلوث البيئة .

ويعتمد التلوث البيئى الناتج عن التفجيرات الذرية على نوع التفجيرات الذرية على نوع التفجير (هوائى - تحت الأرض - أو تحت سطح الماء) كما يعتمد مدى التلوث البيئى على شدة الإنفجار وقوته ، وكمية المواد الإنشطارية الناتجة عن نوع التفجير .

والغبار الذرى المتساقط بعد التفجيرات الذرية يمثل أهم وأخطر مصادر تلوث البيئة ، حيث يؤثر على الكائنات الحية بكل أشكالها وغير الحية أيضاً .

ب- المفاعلات الذرية :

قد يحدث التلوث الإشعاعى نتيجة تسرب الإشعاعات الذرية من المفاعلات بسبب أخطاء فى عملية التشغيل أو الصيانة ، وقد يحدث أيضاً نتيجة للعمليات الروتينية بالمفاعلات من تشعيع للعناصر أو تصنيع وقود المفاعل من اليورانيوم ، كما قد يحدث نتيجة التخلص من النفايات الذرية خصوصاً إذا ما دفنت فى باطن الأرض دون إجراءات وقائية على درجة عالية من الكفاءة .

والإشعاعات الذرية مثل أشعة ألفا وبيتا وجاما وغيرها لها بعض التأثيرات الضارة على الكائنات الحية فى البيئة وتأتى خطورتها من تراكمها فى خلايا الكائن الحى ثم يظهر أثرها بعد ذلك ، ويختلف تأثير الإشعاعات على جسم الإنسان مثلاً باختلاف زمن التعرض لمثل هذه الإشعاعات ، فإذا كانت فترة التعرض لجرعة كبيرة نسبيا وفى فترة قصيرة فإن ذلك يؤدى إلى تدمير نخاع العظام والطحال والجهاز العصبى المركزى ، والجهاز الهضمى .

وإذا ما حدث التعرض لفترة زمنية طويلة نسبياً قد تكون عدة شهور أو عدة أعوام فإنها تؤدى إلى تغيرات فى التركيبات الوراثية التى تؤدى بدرها إلى حدوث بعض الطفرات فى الحيوانات والنباتات ، وهذه

الطفرات قد تظهر فى صورة تراكيب شاذة للأعضاء والأنسجة المكونة لهذه الكائنات .

وكما ذكر سابقاً فإن درجة الأثر وسرعة ظهوره تعتمد على كمية الإشعاع فعند التعرض لجرعة إشعاعية كبيرة فإن الكائنات على سطح الأرض يحدث لها مضار شديدة ومنها الإنسان ، فقد يحدث احمرار للجلد ينقلب إلى التقرح والإنسلاخ والمرحلة الأخيرة نادراً ما تحدث إلا فى حالة التعرض لحادث نووى خطير مثل حوادث المفاعلات والتى تعتمد على الطريقة التى تنتشر بها السحابة المشعة وعلى ازدحام المنطقة المحيطة بالمفاعل بالسكان ومن أمثلة حوادث المفاعلات الحادث الذى وقع لأحد المفاعلات النووية فى ويستفاليا بألمانيا الغربية فى نهاية عام ١٩٨٥ ، وأيضاً حادث انفجار لمفاعل فى انجلترا يرجع إلى عام ١٩٥٧ على بعد ٦٠ ميلاً شمال شرق مدينة لندن ، ثم حادث المفاعل النووى الشهير فى تشرنوبيل بالاتحاد السوفيتى السابق فى ٢٥ إبريل ١٩٨٦ والـــذى دفع بكميات هائلة من النواتج المشعة إلى الغلاف الجوى ، وحملتها الرياح إلى كثير من دول أوروبا ، وقد أدى هذا الحادث إلى وفاة ٣٢ شخصا فى الحال ، وتم ترحيل نحو ١٣٥٠٠ من سكان المنطقة بعيداً عن مكان الإنفجار ، وأعلن عن اعتبار المنطقة المحيطة بالمفاعل منطقة محظورة ، والتى تبلغ مساحتها ٣٠٠٠كم^{٢} .

٥- التلوث بالأمطار الحمضية :

تؤدى الأمطار الحمضية والناتجة من ذوبان أكاسيد النتروجين وأكاسيد الكبريت والكربون فى مياه المطر إلى تغير فى درجة حموضة

التربة عندما تسقط هذه الأمطار على سطح الأرض والذى قد ينتج عنه موت النباتات نتيجة تغير درجة حموضة التربة والذى قد يترتب عليه ضعف الغطاء النباتى خصوصاً فى بعض المناطق المزروعة الحديثة والذى يحولها إلى أراضى صحراوية أو شبه صحراوية وهو ما يعرف بالتصحر.

الإجراءات الوقائية اللازمة للإقلال والحد من تلوث التربة :

١- الإقلال من رش المبيدات وترشيد استخدام الأسمدة الكيميائية ويتم ذلك بتوعية المزارعين لخطورة المبالغة فى استخدام المبيدات والأسمدة الكيميائية على صحتهم وصحة الآخرين والإقلال من إنتاجية الأراضى الزراعية حاليا ومستقبلا والعودة إلى استخدام الأسمدة الطبيعية .

٢- استخدام الطرق الحديثة فى عمليات الرى والصرف للأراضى الزراعية والتى سبق الحديث عنها فى الإجراءات الوقائية للحد من تلوث المياه .

٣- مراقبة تنفيذ القانون الخاص بحظر تجريف الأراضى الزراعية أو الأراضى القابلة للزراعة .

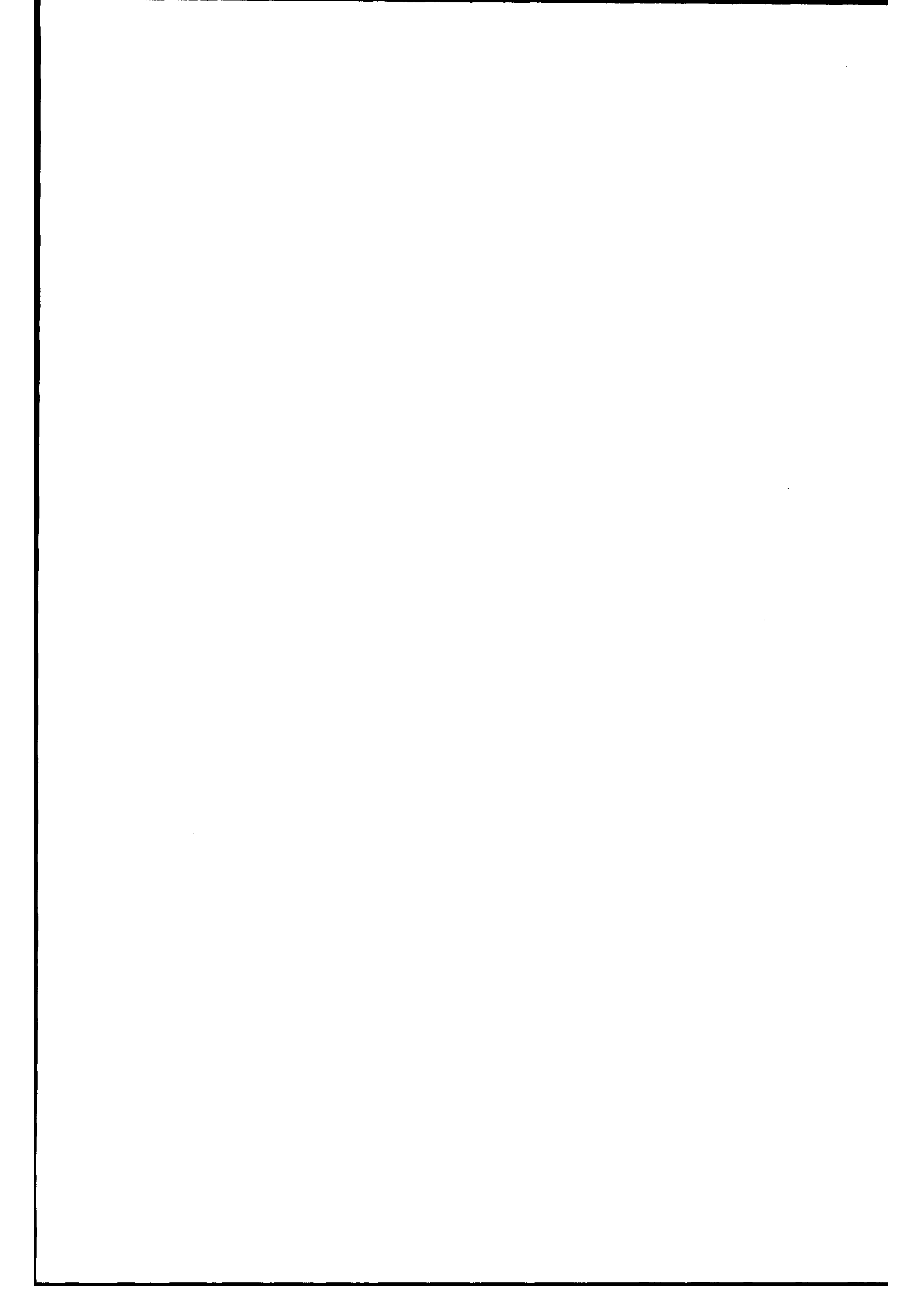
٤- توعية الناس بمخاطر الزلازل والإجراءات الواجب اتباعها عند حدوثها .

٥- تجنب دفن النفايات فى باطن الأراضى ، خصوصاً الصالحة للزراعة واتباع الأساليب العلمية الحديثة فى التخلص من النفايات بتدويرها وإعادة استخدامها والتعامل معها كثروة يجب استغلالها .

٦- استخدام تقنيته الهندسة الوراثية فى إنتاج ما يسمى بالمبيدات البيولوجية التى لا تترك أى آثار جانبية تصيب الإنسان بالضرر عند استخدامها .

٧- التوسع فى زراعة أحزمة خضراء ومصدات للرياح حول الأراضى الزراعية القريبة من الصحارى بهدف حمايتها من التيارات الهوائية المحملة بالأتربة والرمال التى تعرضها للتصحر .

٨- منع دفن المخلفات النووية بطرق غير علمية فى المناطق الصحراوية وقد حاولت بعض الدول الغربية استخدام الصحراء الكبرى فى شمال أفريقيا لدفن مخلفاتها المشعة ، ولكن الدول المحيطة بهذه الصحراء اعترضت ومنها جمهورية مصر العربية ، وتم القضاء على هذه الفكرة فى مهدها ، لما تسببه من تلوث للتربة والمياه الجوفية .



الفصل السابع

تلوث الغذاء ومخاطره

تلوث الغذاء ومخاطره

مقدمة :

الغذاء مكون أساسى لجميع الكائنات الحية للحفاظ على حياتها ومنها الإنسان والقيام بجميع الوظائف الحيوية من تكاثر ونمو ووقاية من الأمراض وغيرها ، وبرغم ذلك فإن غذاء الإنسان عرضة للتلوث فى كل مراحل إعداده، فقد يتلوث الغذاء فى مرحلة الإعداد فى أثناء الزراعة نتيجة لاستخدام المبيدات فى مقاومة الآفات أو استخدام المخصبات الزراعية ، كما قد يتلوث فى أثناء التصنيع بإضافة المواد الحافظة والمواد المانعة للتأكسد والمواد الملونة وقد يتلوث أيضاً فى أثناء عملية التخزين نتيجة لتوفر ظروف معينة مما يسمح بنشاط البكتريا والفيروسات مما يسبب تلوث الغذاء .

والغذاء الصحى هو الغذاء الخالى من العوامل المسببة للتلوث والذى يشتمل على جميع العناصر الغذائية الضرورية والتى تتمثل فى المواد البروتينية والدهنية والنشوية والأملاح والفيتامينات بنسب متوازنة ، حيث أن الإخلال بهذه النسب من الممكن أن يسبب سوء التغذية ، مما يجعل الإنسان عرضه للإصابة ببعض الأمراض المختلفة ، مثال ذلك نقص عنصر الحديد فى الغذاء يؤدى إلى الإصابة بمرض الأنيميا أو فقر الدم ، كما أن نقص الكالسيوم يؤدى إلى مرض الكساح ولين العظام وقد ينتج المرض نتيجة نقص فيتامين (د) ، وقد يؤدى

التلوث البكتيرى للغذاء إلى انتقال العديد من الأمراض الخطيرة إلى الإنسان ومنها التيفود والكوليرا ، وقد تفرز هذه البكتريا سموم ذات خطورة على حياة الإنسان .

وقد أسهمت بعض العوامل والظروف فى حدوث تلوث الغذاء فقد كان للتقدم العلمى والتقنى الذى واكب النصف الثانى من هذا القرن أكبر الأثر فى ظهور العديد من الصناعات الجديدة ، ومن أهم تلك الصناعات صناعة الأغذية ،فقد تتسرب المواد الكيميائية إلى الأغذية بطريقة غير مباشرة خلال عمليات التجهيز والإنتاج والتعبئة ، وقد تضاف مواد معينة إلى الأغذية بهدف حفظها من التلف أو إكسابها لونا جذابا أو طعما مستساغا أو نكهة مميزة .

وقد كان للطلب المتزايد على الغذاء دورا غير مباشر فى تلوث الغذاء وذلك نتيجة للزيادة السكانية المطردة فى كثير من دول العالم ، مما أدى إلى زيادة استخدام معدلات عالية من قبل المزارعين للأسمدة الكيميائية الآزوتية والفوسفاتية وكذلك المبيدات الحشرية ،وفى المقابل تناقص معدل استخدام الأسمدة العضوية والمقاومة الطبيعية للآفات الزراعية مما أدى إلى تلوث الغذاء وحدوث عدم توازن للأحماض الأمينية فى البروتينات المتكونة، وقلة محتوى النبات من فيتامين C ، بالإضافة إلى زيادة الإصابة بالفطريات والحشرات للنباتات وذلك عند زيادة الأسمدة الكيميائية خاصة – الآزوتية – والتى تسبب أيضا للإنسان مع المبيدات أضراراً كثيرة مثل أمراض الكلى والجهاز الدورى

والسرطان وغيرها ، " فقد أثبتت الأبحاث أن أكثر من نصف حالات السرطان التى تصيب الإنسان تحدث فى القناة الهضمية بسبب الغذاء وما يحتويه من مواد مسرطنة (مثل مركبات الهيدروكربونات الحلقية الفطرية التى توجد فى المبيدات) ، وأيضاً فى الأثرية المتساقطة على المزروعات خاصة فى المناطق الصناعية والقريبة من الطرق العامة ، حيث تنفث السيارات عوادمها فى الجو فتلوثها "[١] .

وبالإضافة إلى ما سبق فان الطرق الحديثة فى تربية المواشى والأغنام والدواجن تضييف إلى مخاطر التلوث مخاطر جديدة ، ذلك أنه فى السنوات الأخيرة أخذت معظم الدول المتقدمة فى إضافة المضادات الحيوية إلى غذاء الحيوانات ، قد تكتسب أنواع من البكتريا الضارة بالإنسان المناعة ضد هذه المضادات الحيوية ، والتى قد تصل إلينا لتسبب لنا أمراضاً لا يمكن معالجتها بالمضادات الحيوية .

أنواع التلوث الغذائى . مصادره ، ومخاطره :

من الملاحظ أن التلوث الغذائى يتعدد ويتنوع بتنوع مصادره فقد يكون راجعاً إلى سبب التلوث نفسه ، وقد يكون تلوثاً ناتجاً عن الفطريات أو البكتريا أو تلوثاً ناتجاً عن مركبات كيميائية سواء فى صورة مكسبات طعم أو لون أو غيرها ، وبرغم هذا فإنه يمكن تصنيف ملوثات الغذاء إلى :

---

[١] محمد السيد أرناؤوط : التلوث البيئى وأثره على صحة الإنسان ، ط١، القاهرة ، الدار العربية للطباعة والنشر والتوزيع ، ١٩٩٧ ، ص ص ١١٨-١١٩.

أولاً: التلوث الحيوى .
ثانياً: التلوث الكيميائى .

وفيما يلى سنتناول كلا منها بشى من التفصيل مبرزين مخاطر هذا النوع على الإنسان والكائنات الحية الأخرى :

أولاً : التلوث الحيوى :

ويقصد بالتلوث الحيوى هنا ما يسببه أو يؤدى إلية كائن حى أو السموم التى يفرزها هذا الكائن الحى ، وقد يكون الغذاء حاملا لهذا التلوث أو يصاب به إما فى مرحلة جمعه أو مرحلة الحفظ أو عند التجهيز ومن مصادر التلوث الحيوى :

(أ) التلوث البكتيرى.
(ب) التلوث الفطرى.

وسيتم تناول كل منهما بالعرض :

(أ) التلوث البكتيرى :

يعتبر التلوث البكتيرى أشهد أنواع التلوث للغذاء وأكثرها شيوعاً، حيث تسهم الحشرات المنزلية كالذباب والصراصير فى نقل الجراثيم المسببة لهذا التلوث ، كما أن المياه والأغذية الملوثة تنقل البكتريا الممرضة إلى الإنسان ومن الأمراض التى يسببها هذا النوع من

التلوث للإنسان الكوليرا والتيفوئيد ، ومن أشهر المجموعات البكتيرية الملوثة للغذاء هى :

(١) بكتريا حمض اللاكتيك Lactic

وهى المسئولة عن فساد الحليب والألبان بصفة عامة ، حيث ترفع نسبة حموضتها ، كما تسبب أيضاً فساداً للمحاليل السكرية والعصائر بأنواعها وبخاصة عصير الفاكهة

(٢) بكتريا السالمونيلا Salmonella

وهى تعيش فى أمعاء الطيور بشكل خاص وفى كثير من الفقاريات ولذا نجد أن أكثر الأغذية إصابة ببكتريا السالمونيلا هو البيض واللحوم وعندما يتغذى الإنسان عليها تنتقل هذه البكتريا إلى أمعائه وتبدأ فى التكاثر وإفراز سمومها التى تؤدى إلى أعراض منها القئ والإسهال وارتفاع درجة الحرارة فهى تسبب للإنسان ،حمى التايفوئيد والباراتايفوئيد ، كذلك تسبب للحيوانات التهابات معوية كما تؤدى إلى هلاك جماعى للدواجن ، وتنتقل عدو السالمونيلا إلى الإنسان عن طريق تناول الأغذية الملوثة مثل اللحوم ومنتجاتها وبخاصة اللحم المفروم والسجق واللحوم غير المطهية طهياً جيداً. والأسماك ومنتجاتها والألبان ومنتجاتها ، كما تنتقل عن طريق الخضراوات والبطيخ وفول الصويا .

(٣) بكتريا حمض البيوتريك Butyric

وهى البكتريا التى تسبب تزنخ الزبد والسمن والزيوت والدهون ومنتجات الفطائر المحتوية على نسبة مرتفعة منها، وينتج عن هذه البكتريا حمض البيوتريك ذو الرائحة والطعم غير المرغوبين مما يؤدى إلى النفور من الغذاء المتكون فيه الحمض .

(٤) بكتريا البروسيلا :

هناك عدة أنواع من بكتريا البروسيلا ولكن أشهرها المالطية وهى التى تصيب الإنسان بالحمى المالطية والتى تنتقل إلية بعدة طرق أهمها تناول الحليب الملوث ومشتقاته ، أو عن طريق تناول اللحوم الحاملة لهذا النوع من البكتريا ، ولذا يتوجب غلى الحليب وتعقيمه قبل الشرب وكذلك طبخ اللحوم جيداً ، وتعتبر الحمى المالطية من أصعب الأمراض اكتشافا حتى مع إجراء جميع التحاليل الضرورية ومن أعراضها الحمى التى تشتد نهارا والصداع والآلام العضلية والإنهاك العام للجسم .

(٥) التسمم بالشيجلا :

وهذا التسمم تسببه ميكروبات الدوسنتاريا ، والتى تلوث الغذاء الطازج عن طريق المياه الملوثة بفضلات إنسان مصاب ، أو عن طريق أيدى حاملة للمرض ، وهذا المرض

شائع الحدوث جداً ، وينتقل عن طريق الأغذية الطازجة ، خصوصاً الخضر والفواكه والألبان ، وأيضاً عند تلوث اللحوم والدواجن المبردة ، وأهم أعراضه تعنيه ودم فى البراز،وحمى ولكن عادة ما يكون التسمم فى صورة ضعيفة ، حيث تكفى أعداد قليلة من هذه الميكروبات لإحداث التسمم ويستمر لمدة يوم واحد.

(٦) بكتيريا القولون :

وهى منتشرة فى مصر وتنتقل عن طريق التلوث بمياه الصرف والقاذورات وفضلات المجارى وأكثر الأغذية عرضة للتلوث هى : اللحوم والدواجن عن طريق أمعاء الحيوانات نفسها ، وكذلك الألبان ومنتجاتها ، ولاسيما فى الجبن الذى يصنع من لبن غير مبستر ، ووجد أن هناك علاقة للجبن بالتسمم وأجناس معينة من بكتريا القولون ، وعموما يمكن القول بأن وجود بكتريا القولون يدل على أن المنتج الغذائى ملوث . ولذا فإن القوانين الغذائية فى العالم كله وفى مصر تعد الغذاء المحتوى على بكتريا القولون النموذجى غير قابل للاستهلاك الآدمى ، ويوجد نوعان من التسمم هما :

- الأول له أعراض الكوليرا: من إسهال مائى وجفاف ويعرف باسم إسهال السياح ، وهذا شائع الحدوث جدا فى مصر .

- النوع الآخر تشبه إعراضه التسمم بالشيجلا من إسهال وبراز مصحوب بمخط ودم ويشبه الدوسنتاريا التى تصيب الإنسان فى مختلف الأعمار .

وللوقاية من هذا النوع من التسمم تجب علينا مراعاة النظافة فى أماكن تصنيع وإعداد الغذاء ، وعدم ملامسة الغذاء له ، وعدم تعرض الغذاء للذباب والأتربة والأيدى الملوثة .

(٧) بكتريا البوتيوليزم

لا تحتاج هذا النوع من البكتريا إلى الهواء لذا فانه من أشهر ملوثات الأغذية المعلبة، حيث يتكاثر فيها ويفرز سموما ذات خطورة شديدة على الإنســان تبدأ بالصداع والقئ وقد تنتهى بالوفاة .

(ب) التلوث الفطرى :

يحدث التلوث الغذائى بالفطريات نتيجة لتوافر ظروف ملائمة كالرطوبة ودرجة الحرارة المناسبة والتى تكون مناسبة لنمو الفطريات فتبدأ فى التكاثر بشكل خاص على الحبوب والمكسرات ، وتسبب سمومها سرطان الكبد والمعدة ، ونظرا لاعتماد دول شرق أسيا على الأرز كوجبة رئيسية فإن هناك من يرجع ارتفاع معدل الإصابة بسرطان المعدة فى هذه الدول إلى تلوث الأرز بهذه السموم ، كما أنها قد تنتقل إلى الإنسان عبر السلسلة الغذائية .

ثانياً : التلوث الكيميائى :

يحدث التلوث الكيميائى للغذاء بأشكال وصور متعددة تتنوع طبقا للمواد الملوثة نفسها وطبقاً لمصادرها ومن تلوثه من أنواع الأغذية المختلفة وفى كل الاحوال يمكن تصنيف ملوثات الغذاء الكيميائى إلى :

(١) التلوث ببعض العناصر الكيميائية كالرصاص والزئبق
(٢) التلوث بكلوريد الفنيل .
(٣) التلوث بالمواد لتحسين شكل وقوام الغذاء
(٤) التلوث بالمواد الحافظة ومكسبات الطعم والنكهة واللون
(٥) التلوث بالمضادات الحيوية ومحفزات النمو .
(٦) التلوث بالمبيدات .

وفيما يلى نتناول كل منها :

(١) تلوث الغذاء ببعض العناصر الكيميائية كالرصاص والزئبق ومخاطره :

يتلوث غذاء الإنسان بالمعادن الثقيلة مثل الرصاص والزنبق والكادميوم وهذه المعادن تلقى فى مياه البحار أو فى التربة الزراعية ضمن المخلفات المختلفة وهى معادن سامة جدا وتعتبر الأسماك فى طليعة المواد الغذائية التى يمكن أن تتلوث بمثل هذه السموم ، وقد يصل التلوث أيضاً إلى الحيوانات التى تتغذى على النباتات التى تنبت فى

التربة الملوثة بهذه العناصر ، وقد يصاب الإنسان نفسه بالتلوث من تناول هذه النباتات الملوثة أيضاً وهكذا يصاب الإنسان بهذا النوع من التلوث من خلال تناوله للنباتات الملوثة أو لحوم الحيوانات التى تغذت عليها ، ونتيجة لذلك يصاب الإنسان والحيوان بالأمراض الخطيرة التى قد تؤدى بحياتهما .

وبسبب تلوث الغذاء بعنصر الزئبق يُصاب الإنسان بالأرق والاكتئاب النفسى والنسيان والتهاب اللثة وأمراض الكلية وقد بينت الدراسات على أن تلوث الغذاء بالكادميوم يؤدى إلى إصابة الإنسان بأمراض الكلية والرئة والقلب والعظام . وقد وقعت فى اليابان بعد الحرب العالمية الثانية حادثة تسمم من الكادميوم وذلك عندما تلوث محصول أرز بمخلفات مصنع لاستخلاص الزنك والرصاص من المواد الخام ، حيث أدى استهلاك المواطنين لهذا الأرز إلى إصابتهم بالأم روماتيزمية وآلام فى العضلات وترقق العظام .

ويؤدى تلوث الغذاء بالرصاص إلى إصابة الإنسان بأمراض فى الجهاز العصبى والجهاز الهضمى والكلية والدم وبخاصة الأنيميا .

وتتلوث التربة الزراعية ومصادر المياه بالزرنيخ وذلك فى الأماكن الغربية من مصانع صهر المعادن وبسبب استخدام المبيدات الحشرية فى نطاق الزراعة ، مما يعنى وصول ذلك العنصر إلى النباتات وبالتالى إلى الإنسان ، وقد يصل الزرنيخ إلى جسم الإنسان بسبب استخدام مركبات الزرنيخ العضوية كمواد مضافة لبعض أغذية

الدواجن ، وتشمل الإصابات الناجمة عن التلوث الغذائى بالزرنيخ آلام وضمور العضلات وإصابات جلدية وأمراض الجهاز الهضمى والكبد والكلية والعظام .

(٢) تلوث الغذاء بكلوريد الفنيل ومخاطره :

تعد مادة بولى فاينيل كلوريد والتى يرمز لها بالإنجليزية بالحروف (P.V.C) من المواد ذات الأهمية الاقتصادية الكبيرة والتى انتشرا استخدامها نتيجة لمقاومتها للأحماض فتستخدم فى المختبرات ومقاعد السيارات والملابس الواقية من المطر ، إن المُركب البسيط لهذه المادة هو كلوريد فاينيل الذى هو عبارة عن جزئ إيثلين تم استبدال إحدى ذرات الهيدروجين الموجود به بذرة كلور.

$$\begin{matrix} H & & & & CL \\ & \diagdown & & \diagup & \\ & & C = C & & \\ & \diagup & & \diagdown & \\ H & & & & H \end{matrix} \qquad \begin{matrix} H & & & & H \\ & \diagdown & & \diagup & \\ & & C = C & & \\ & \diagup & & \diagdown & \\ H & & & & H \end{matrix}$$

كلوريد فاينيل Vinyl chloride Ethylene إيثلين

ويرجع السبب فى انتشار مركب PVC إلى سهولة الحصول عليه وبالتالى رخص ثمنه ، حيث يمكن تحضيره بإضافة كلوريد الهيدروجين إلى الأسيتيلين

$$H\text{-}C \equiv C - H \; + \; HCL \xrightarrow{AL_2O_3} H\text{-}_2\, C = CHCL$$

كما يمكن الحصول على مركب كلوريد فاينيل بإضافة غاز الكلور إلى الإيثليــن ثم أمرار مخلوط هذين الغازين فوق أكسيد الأمونيوم الساخن .

$$H_2C = CH_2 + CL_2 \xrightarrow{AL_2O_3} H_2C = CHCL + HCL$$

ومادة كلوريد الفنيل هى المكون الأساسى لمادة البلاستيك التى تستخدم فى حياتنا اليومية فى كثير من الاستعمالات مثل أكياس حفظ الأطعمة وقوارير الزيوت والماء وتأتى خطورتها من قابليتها إلى الانحلال فى العديد من المواد كالمواد الدهنية ، وإشارات كثير من الدراسات إلى أن كلوريد الفنيل يسبب سرطان الكبد وأنواعا من سرطان الرئة .

(٣) تلوث الغذاء بالمواد لتحسين شكل وقوام الغذاء ومخاطره :

وهى مواد تضاف لبعض أنواع الأغذية لتكسيها مظهرا وقواماً مستحباً، مثل الصمغيات (الصمغ العربى وصمغ جواز) والتى تستخدم فى صناعة العديد من الحلويات الخاصة بالأطفال وكذلك المواد التى تضفى على الغذاء قواما غليظا مثل النشا ومشتقات السيليولوز

(٤) تلوث الغذاء بالمواد الحافظة ومكسبات الطعم والنكهة واللون ومخاطره :

تستخدم المواد الكيميائية فى حفظ الطعام بهدف تقليل معدل تحللها أو فسادها خلال عمليات التجهيز والتخزين وتشتمل هذه المواد على مضادات التأكسد والمواد الضارة للميكروبات مثل حمض البنزويك وحمض البروبيونيك وهذه المواد تصبح سامة إذا تجاوزت الحد

المطلوب ، كما ثبت حديثاً أن البعض منها مضر بصحة الإنسان حتى فى التركيزات المنخفضة جداً .

ومن الشائع إضافة هذه المواد وخاصة الملونة لغذاء الأطفال إضافة إلى المواد الحافظة أو بعض المواد الحافظة أو بعض المواد التى تزيد من إقبال الأطفال على تناول هذا النوع من الغذاء ، فقد ثبت خطورة هذه المواد الملونة ومن الأمراض التى تسببها الربو والإسهال والصداع النصفى والأكزيما وآلام البطن والأطراف كما أن النشاط الزائد لدى بعض الأطفال Hyperactivity يعاد بشكل كبير إلى تأثير بعض المواد الملونة والحافظة ، حيث يكون الطفل فى هذه الحالة قلقا هائجاً غير قادر على التركيز لمدة طويلة ومن المألوف ملاحظة الرمز (E) من ضمن محتويات بعض الأغذية المعلبة ، حيث يشير هذا الحرف إلى رقم السوق الأوربية المشتركة EEC number وهو اصطلاح عالى يرمز كل رقم يأتى بعد هذا الحرف إلى مادة مضافة إما ملونة أو حافظة أو مادة نكهة :[١]

وقد أصدرت مستشفى شوفون بفرنسا قائمة بأرقام المواد المضافة للأغذية ومخاطرها يوضحها الجدول التالى :

---

[١] سعيد رفاع ، مرجع سابق . ص ص ٨٢ – ٨٣

جدول(٣)

أرقام ورموز المواد المضافة فى صناعة الأغذية وتأثيراتها

غير ضار	مشكوك فيه	خطير	ممنوع	يسبب السرطان	يسبب اضطراب معوى	يسبب طفح جلدى	يزيد ضغط الدم	يزيد ضغط الدم	يدمر فيتامين ب12
E132 E101 E100	E104	E102	E103	E131	E221	E230	E320	E320	E220
E161 E160 E140	E122	E110	E105	E142	E223	E231	E321	E321	
E174 E170 E163	E141	E120	E111	E210	E224	E232		E463	
E201 E200 E175	E150	E124	E121	E211	E226	E233		E465	
E201 E203 E202	E153	E127	E125	E212		E311		E466	
E236 E203 E202	E171	E123*	E126	E213		E312			
E260 E238 E237	E173		E130	E214					
E263 E262 E261	E180		E152	E215					
E281 E280 E270	E240		E181	E217					
E301 E300 E282	E214			E239					
E304 E303 E302	E477			E330					
E307 E306 E305	E151			E110					
E322 E309 E308				E102					
E327 E326 E325				E127					
E333 E332 E331				E220					
E336 E335 E334				E124					
E401 E400 E337				E123					
E404 E403 E402				E120					
E410 E408 E406				E311					
E414 E413 E411				E251					
E422 E421 E420									
E473 E472 E471									
E475 E474									

* خطير جدا

(٥) تلوث الغذاء بالمضادات الحيوية ومحفزات النمو ومخاطره :

تستخدم المضادات لمقاومة الأمراض فى الحيوانات حتى لا تؤثر على صحتها وإنتاجيتها من اللحوم والألبان والبيض وقد تزايد استخدام هذه المضادات بشكل مضطرد خصوصاً بعد التوسع فى إنتاج اللحوم والألبان وغيرها من خلال المزارع المعدة لهذا الغرض ورغبة من بعض المنتجين فى تحقيق أرباح طائلة .

وإذا كانت المضادات الحيوية تفيد فى زيادة إنتاج الماشية والدواجن إلا أنها قد تلحق الضرر بالحيوانات ولحومها ، كما أنها تسبب الأمراض للإنسان إذا تناولها . فالمضادات الحيوية التى تختلط باللحوم والألبان قد تسبب حدوث حالات من الحساسية والأمراض المزمنة للإنسان الذى يتناولها، وقد تتحول المضادات الحيوية داخل جسم الإنسان إلى مواد أكثر فعالية وسمية.

ومن الآثار السلبية التى تنتج عن وجود المضادات الحيوية فى اللحوم والألبان ان الميكروبات التى تصيب الانسان بالأمراض قد تكتسب مناعة ضد المضادات الحيوية وبذلك تقل فعاليتها عند استعمالها كعلاج للأمراض المعدية التى تصيب الإنسان . ولعل أوضح دليل على ذلك هو انخفاض فعالية مركبات البنسلين والمضادات الأخرى فى علاج الأمراض المعدية للإنسان . وذلك بسبب استعمالها على نطاق واسع لوقاية الماشية والدواجن من الأمراض أما القضية الأخرى والتى تعد أكثر خطورة هى استخدام الهرمونات ومضادات البكتريا والزرنيخ فى مزارع تسمين الحيوانات والدواجن وتعتبر هرمونات الذكورة والأنوثة من أهم

المركبات التى تستخدم لهذا الغرض ، ولقد لجا مربو الدواجن فى بعض الحالات إلى إضافية أقراص منع الحمل إلى أغذية الدواجن ، وتلعب الأطماع البشرية دوراً فى ذلك فلا فرق بين الدول النامية والمتقدمة فى الرغبة الفردية فى الثراء بأى صورة فقد اكتشف فى ألمانيا الاتحادية فى عام ١٩٨٨ م عجول محقونة بالهرمونات والتى قد تسبب مخاطر صحية للإنسان من بينها الإصابة بالأمراض السرطانية عند تناول اللحوم المعالجة بالهرمونات لمدة طويلة .

ولقد اتخذت عدة دول بعض الخطوات الجادة لعلاج هذه المشكلة، وذلك عن طريق وضع القيود على أنواع المضادات الحيوية التى تضاف إلى غذاء الحيوان ، أو التى تستخدم فى علاجه بحيث تصبح هذه الأنواع مختلفة بقدر الإمكان عن الأنواع المستخدمة فى علاج الإنسان ، وبذلك يكون من الممكن على الأجهزة الدفاعية عن جسم الإنسان أن تستفيد من المضادات الحيوية فى قتل البكتريا والفيروسات التى تسبب الأمراض للإنسان .

(٦) تلوث الغذاء بالمبيدات ومخاطره :

لعل التلوث بالمبيدات لا يقف عن حد غذاء الإنسان وحده بل سبق الحديث عن أن التلوث بالمبيدات يشمل كل مكونات البيئة من هواء وماء وتربة وغذاء وغيرها ، ولكن المعالجة والتناول فى هذا الجزء تركز على مخاطر المبيدات على صحة الإنسان عندما تصل إلى غذائه بصورة أو أخرى من باب التأكيد على مخاطره والتنويه إلى تجنبه وكيفية الوقاية منه .

وعلى ذلك لن ينصب العرض هنا إلى تصنيف المبيدات لأنواع وأصناف معينة ولكن سنعرض لصور تلوث الغذاء بالمبيدات وكيف يصل إلى الغذاء وأضراره وكيفية الوقاية ونتناول منها .

أ- تلوث الغذاء بالمبيدات عن طريق عمليات الزراعة :

فقد يتلوث غذاء الإنسان عن طريق المعاملة المباشرة مع المبيدات المقاومة للآفات الزراعية التى تصيب المحاصيل المختلفة وخصوصاً المبيدات المستخدمة فى مقاومة آفات محاصيل القطن والخضر والفاكهة وخاصة الطماطم ، وقد يحدث أن ننتقل هذه المبيدات إلى مزارع الخضر والفواكه عن طريق الرش بالطائرات حيث تنتقل بفعل الهواء إلى أراضٍ لم نكن نرغب رشها بهذه المبيدات ، بالإضافة إلى تلوث التربة والماء بالمبيدات ثم انتقالها إلى غذاء الإنسان عن طريق أكل اللحوم أو الخضراوات والأغذية الملوثة بها، خصوصاً إذا علمنا أن التربة الزراعية فى مصر لا تزل تحتفظ ببقايا المبيدات التى استخدمت منذ ١٧عاماً مضت، وقد تتراوح نسبتها بين ١٠-٤١٪ من نسبة المبيدات المستخدمة وهذا يوضح مدى تراكم المبيد وقدرته على البقاء لزمن طويل بعد استخدامه ولقد تبت أن التربة المصرية اختلطت بها مبيدات بلغ وزنها ٦٤١ ألف طن على مدى الأربعين عاماً الماضية ، وهذه المبيدات تغطى كافة أنواع المحاصيل بصفة عامة وخصوصاً الخضر والفاكهة [!]

[!] محمد السيد أرناؤوط : الإنسان وتلوث البيئة ، مرجع سابق . ص ٢١٢

(ب) تلوث اللحوم والدواجن ومنتجات الألبان :

سبق الحديث عن أنه فى السنوات الأخيرة زادت الرغبة لدى مربى الماشية والدواجن فى استخدام المضادات الحيوية وغيرها فى زيادة الإنتاج وتقليل عدد الحيوانات التى تمرض أو تنفق إلى أقل حد أو زيادة أوزانها بشكل سريع نتيجة لاستخدام بعض الهرمونات أو المهدئات – لإمكانية تواجد أكبر عدد من الحيوانات فى مساحة محدودة – وهى كلها مركبات كيميائية وتعد من أهم المشاكل التى تشغل الجهات الخاصة بالتشريع الغذائى والجهات التى ترعى مصالح المستهلكين ومن الأضرار التى تلحق بالإنسان من أكل لحوم بها بقايا مضادات حيوية منها :

- الأرتكاريا والأكزيما والالتهابات الجلدية الأخرى وازدياد مقاومة الميكروبات المعدية ، وبذلك يكتسب الميكروب مناعة ومقاومة إذا وجد جسم الإنسان . الأضرار ببكتريا الأمعاء العادية المفيدة للإنسان والتى تساعد فى عمليات الهضم وتمثيل الفيتامينات .
- وهناك مشكلة أخرى وهى أن وجود المضادات الحيوية بالأنسجة يؤثر ويخفى صلاحية نتائج الفحص الميكروبيولوجى للحم وهذا يعنى تضليل الاختبار وعدم معرفة مقدار التلوث الميكروبى الذى قد يكون فى لحم الدجاج ويعطيه صلاحية للاستخدام الآدمى وهنا يكمن الخطر على صحة الإنسان .

وإذا كان كل الناس لا يأكلون اللحم كل يوم فإن معظم الناس يتناول أطفالهم ويتناولون هم أيضاً الألبان ومنتجاتها يوميا وأكثر من مرة ، ولقد تبين أن الألبان تتلوث بملونات البيئة أيضا حيث وجد بها المعادن الثقيلة (من بقايا المبيدات الحشرية – وبقايا مخلفات الصناعة وغيرها) ، وقد يتلوث اللبن أيضاً بالنظائر المشعة حيث وجد أن أكثر النظائر المشعة وجودا فى اللبن[1] ، هى : اليود ١٣١ ، اليود ١٢٣، السيزيوم١٣٧ ، السترانشيوم ٩٠، السترانشيوم٨٩ .

وقد تتلوث الألبان بأشكال مختلفة منها : الحيوان نفسه كمصدر لتلوث اللبن ، الحلابون كمصدر لتلوث اللبن ، الأجهزة والأدوات المستخدمة فى التصنيع وهناك أسباب أخرى عديدة لتلوث اللبن نتيجة إضافة مادة ثانى أكسيد الكربون إلى الجبن المطبوخ بهدف تبيض اللون ونعومة الملمس ، كما تضيف المصانع مواد حافظة ، مما يعد جريمة بشعة ، ولقد ثبت أن مادة ثانى أكسيد الكربون تكسر فيتامين (ب) ،وتسبب الحساسية (أزمة الربو الحادة) كما تؤذى الغشاء الداخلى للأمعاء والمعدة والجهاز التنفسى خاصة عند الأطفال . ويجب تجريم استعمال هذه المادة ، لأنها تضر بصحة الإنسان خاصة الأعصاب والكلى والكبد والرئتين ، كما تؤدى إضافة مادة الفورمالين إلى الجبن إلى تلوثها حيث إنها مادة سامة للإنسان والحيوان وجميع الكائنات الحية عموماً .

---

[1] محمد السيد أرناؤوط : **التلوث البيئى وأثره على صحة الإنسان** . مرجع سابق ، ص ١٤٣.

ويمكن تلافى هذه المشكلات باتباع إجراءات منها:

- عدم إعطاء المضادات الحيوية للحيوانات أو عدم إعطائها للحيوان فى الشهر الأخير قبل الذبح ، أو استخدام مضادات حيوية لا تستخدم فى علاج الإنسان مثل فلافوفسفوليبول وغيره.
- إحكام الرقابة على المستورد والمنتج محلياً من علائق الحيوانات فيما يخص السموم الفطرية ونسب المبيدات الحشريـــــة .
- وضع مواصفات خاصة بنسب المبيدات الحشرية والمعادن الثقيلة والنظائر المشعة وبقايا العقاقير الطبية والسموم الفطرية فى الألبان ومنتجاتها .
- إحكام الرقابة على مزارع الألبان ، ومتابعة الشؤون الصحية لها، وكذلك الرقابة على مصانع الألبان ومنتجاتها .

(ج) تلوث الخضر والفاكهة والبقوليات والحبوب :

حيث يؤدى الإسراف فى استخدام المبيدات الحشرية لمقاومة الآفات إلى تلوثها ، كما يحدث التلوث عند تخزينها بالمخازن كما يحدث عند تحضير البطاطس لحفظها أو البقول والحبوب .

وتمتص النباتات المبيدات الحشرية من الماء أيضا وتركزها فى سوقها وأوراقها وأزهارها وثمارها وبذلك تصبح ملوثة . وينتقل هذا التلوث إلى الإنسان أما بصورة مباشرة أو غير مباشرة فقد أثبتت الدراسات أن هناك علاقة بين تلوث الخضراوات والموالح واللحوم

ومنتجاتها والألبان ومنتجاتها وإصابة الإنسان بأمراض الكبد وتشوهات الأجنة .

كما أثبتت الدراسات التى أجريت بهذا الخصوص ارتفاع نسبة أمراض الكبد والكلية والرئة والجهاز الهضمى والجهاز العصبى وأمراض الدم والحساسية والسرطان المختلفة .

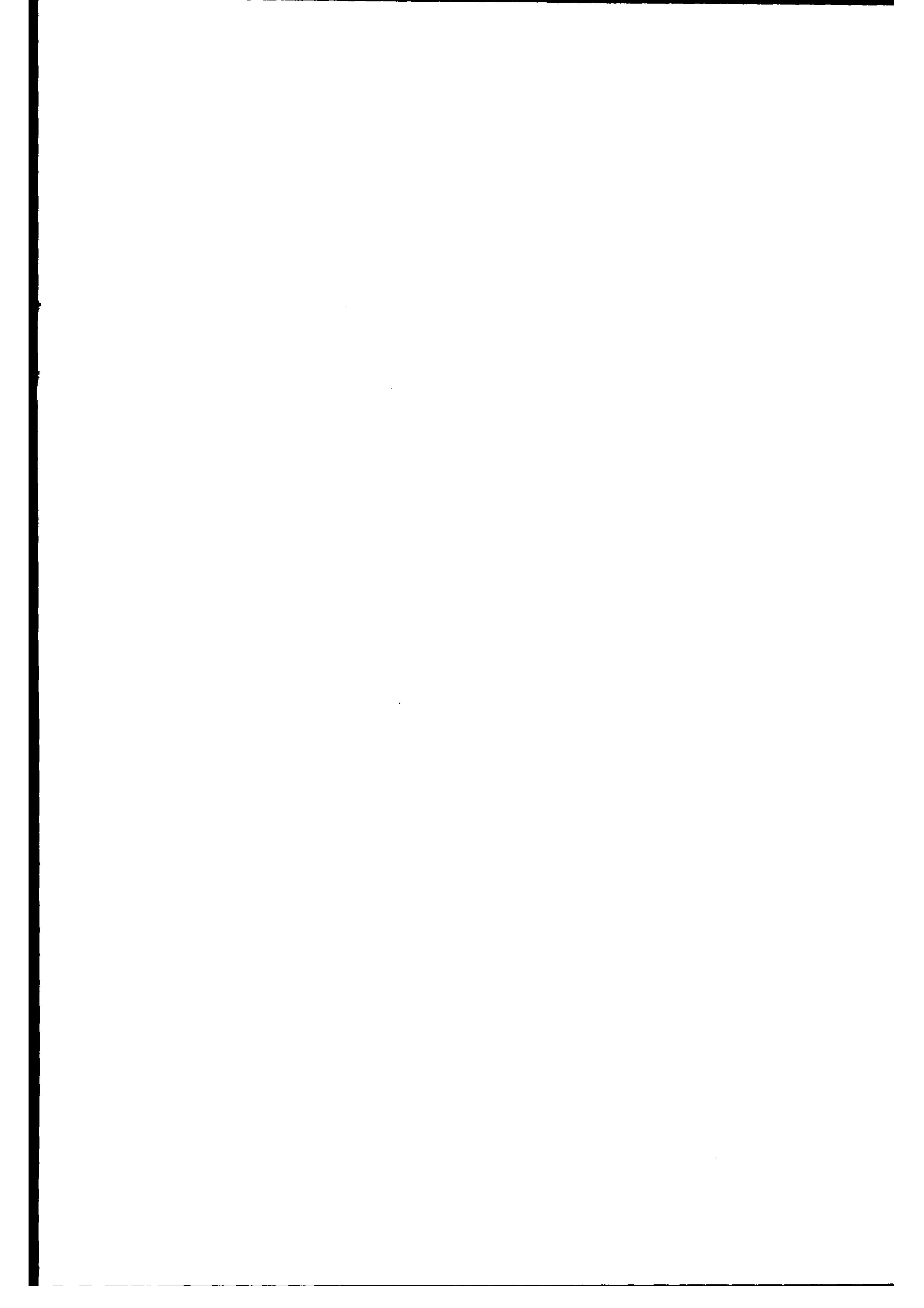
الإجراءات الوقائية اللازمة للإقلال والحد من تلوث الغذاء :

١- نشر الوعى الصحى بين المواطنين كافة ولاسيما المزارعين بغرض تعريفهم بمخاطر المبيدات على غذاء الإنسان وتوجيه المزارعين للإقلال من استخدام المبيدات فى مقاومة الآفات الزراعية وبخاصة المحاصيل الغذائية مثل الفواكه والخضراوات.

٢- مراقبة مزارع تسمين الدواجن والماشية وإلزام القائمين عليها بعدم إضافة مضادات حيوية إلى غذائها بهدف تسمينها وزيادة لحومها لما تسببه من مضار.

٣- إلزام شركات تصنيع الغذاء وتعليبه بعدم إضافة المواد الكيميائية التى ثبت ضررها صحياً للإنسان والتى تكسب الغذاء لوناً أو طعماً أو رائحةً أو نكهةً واستخدام المواد الطبيعية بدلاً منها .

إلزام الشركات والمصانع المقامة بضرورة إعادة استخدام نفاياتها ، خاصة تلك المصانع والشركات التى من مخلفاتها العناصر الثقيلة مثل الزئبق والرصاص والزرنيخ وغيرها والتى تنتقل إلى غذاء الإنسان عبر السلسة الغذائية والتى تسبب الكثير من الأمراض للإنسان .



الفصل الثامن

التلوث الضوضائى ومخاطره

التلوث الضوضائى ومخاطره

مقدمـــة :

يعد التلوث الضوضائى شكلاً جديداً وحديثاً نسبياً من أشكال التلوث التى لم تكن موجودة من قبل ، حيث جاء التلوث الضوضائى بمعناه المعروف الآن نتيجة للتزايد السكانى المطرد وزيادة كثافة السكان فى المدن المزدحمة وتنوع أنشطتها المختلفة فى مساحة محددة من الأرض أما السبب أو العامل الثانى فهو التقدم العلمى والتقنى فى هذا العصر وما نتج عنه من اختراع أجهزة وآلات وماكينات أيضاً ، وفى الشوارع والطرقات ووسائل النقل من سيارات ولوريات ودرجات بخارية وما ينتج عنها من أصوات مزعجة ، وداخل المنازل والعمارات المكتظة بالسكان من تلفاز إلى مذياع ، وطريقة تعامل الناس معها ومكبرات الصوت فى المناسبات المختلفة وعادات الناس فى المآتم والأفراح وما تسببه من ضوضاء ، وداخل البيوت أيضاً من أجهزة منزلية وما يصدر عنها من ضوضاء لقاطنى هذه المنازل من غسالات وثلاجات وخلاطات وأجهزة التكييف وغيرها .

وهناك أنشطة بشرية يومية ينتج عنها التلوث الضوضاء منها المطارات وحركة الطائرات ، وخاصة المطارات القريبة من التجمعات السكنية، وآلات المصانع والشركات وما ينتج عنها من ضوضاء تؤثر على العاملين بداخلها وقد ينتقل أثرها إلى البيئة المحيطة عندما تكون

داخل حدود المدن وتجمعات السكان وخصوصاً عندما تكون مصممة بصورة لا تراعى وسائل الأمان الصناعى ، وتقليل التلوث البيئى بصورة المختلفة ومن الأنشطة البشرية المزعجة أيضاً انتشار الورش والمصانع الصغيرة مثل مصانع النسيج وورش سمكرة السيارات وغيرها فى المناطق السكنية هذه كلها مصادر للتلوث الضوضائى وأشكال مختلفة له

مفهوم التلوث الضوضائى :

الضوضاء أو التلوث الضوضائى هى صوت ذو أثر سلبى على سامعيه يسبب إزعاجاً أو ضيقاً للإنسان وينتج عنه نوع من الارتباك فى أداء العمل الذى يقوم به .

ولكن الصوت ذو الأثر السلبى هذا يتحدد مفهومة ويتغير فى ضوء مجموعة من العوامل والاعتبارات الآتية :

(أ) الحالة النفسية والمزاجية - عامل نفسى - للشخص الواقع علية أثر الصوت ، فالشخص المقبل على الندم يعتبر صوت الموسيقى فى شقة الجيران المحتفين بمناسبة سعيدة لديهم ضوضاء على حين لو كان قد دُعى إلى الحفل فإنه سيشارك المحتفين فى سرورهم ، ولن يضيق لحظة بعلو الصوت ، برغم أنه قد صار بداخله ، أى أن الإنسان الفرح يتقبل درجات من الضوضاء ما كان يتقبلها فى الظروف العادية .

(ب) يعد عامل السن عاملاً مؤثرا فى الإحساس بالضوضاء فكبار السن والمرضى فى المستشفيات والأطفال صغار السن أكثر الأفراد تأثراً

بالضوضاء ، فقد لوحظ أن الأطفال ، الذين تزيد أعمارهم على ست سنوات ، شديدو الحساسية للضوضاء . وينزعجون منها انزعاجاً شديـــداً ، وقد ينخرط بعضهم فى البكاء عند سماعه للأصوات المرتفعة .

(جـــ) ثمة عامل آخر هو وقت حدوث الصوت ليلاً أم نهاراً فالإنسان لا يسمع كثيراً من الأصوات التى تحدث فى منزله أثناء النهار – مثلاً ولكنة يشعر بكل همسة وبكل حركة أثناء الليل ، مهما كانت ضآلتها فهل مقياس الضوضاء والأصوات المزعجة ليلاً هى نفسها نهاراً ؟

وهناك من يضح تفسيرا وربما مقبول وهو عدم وجود ما يعرف بضوضاء الخليفة أثناء الليل ، وهى نوع من الضوضاء التى تعلو جو المدينة أو المكان ولا يستطيع أحد أن يتعرف على مصدرها وهى تسمى باسم الضوضاء السائدة أو ضوضاء الخلفية Background Noise or Ambient Noise وهى تشمل كل أنواع الأصوات والضجيج التى تصل إلينا ونحن فى منازلنا ، أو فى أماكن عملنا وتتكون من الأصوات الصادرة عن الشوارع وعن طرقات المدينة وعن محركات الطائرات النفاثة ، ومترو الأنفاق ومن أصوات الباعة الجائلين، أو الأطفال الذين يمرحون ويلعبون فى أفنية المدارس ، وعن الأصوات الصادرة عن أجهزة المذياع والتلفاز ، وإلى غير ذلك من

الأصوات غير المحددة والتى تفقد شخصيتها تماماً عندما تمتزج معاً ، ويتكون منها هدير متصل تختلف شدته من مكان لآخر"[١] .

وتتوقف نوعية هذه الأصوات وشدتها على المكان الذى يقطن فيه الإنسان فمن المعتاد أن تقل ضوضاء الخلفية كثيراً فى الريف ، أو فى الأحياء الغنية من المدينة التى تتصف عادة بالهدوء ، بينما تزداد هذه الضوضاء كثيراً فى الأحياء الفقيرة المزدحمة بالسكان ، كما أنها تقل فى الريف بسبب قلة عدد السكان وقلة تنوع النشاط الآدمى فيها كما فى المدن .

والتلوث الضوضائى كمفهوم يختلف عن صور التلوث البيئى الأخرى السابق التعرض لها ففى دراستنا وتناولنا لتلوث الهواء رأينا أنه قد يؤدى إلى تلوث التربة وتلوث الماء والعكس يمكن أن يحدث أيضاً ولكن التلوث الضوضائى يختلف عن هذه الصور للتلوث فى عدة نواح هى :[١]

أ- إن الضوضاء متعددة المصادر، وتوجد فى كل مكان ، ولا يسهل السيطرة عليها كما فى حالة العوامل الأخرى التى تلوث الماء أو الهواء ففى هذه الحالات الأخيرة إذا كان التلوث ناتجاً مثلاً من مخلفات أحد المصانع أغلقنا هذا المصنع ، أو أزلنا عوامل التلوث

---

[١] احمد مدحت إسلام : مرجع سابق ، ص ص ٢٢٧ – ٢٢٨.

[١] نفس المرجع السابق ، ص ٢٢٤

الناتجة منه، وينتهى الأمر عند هذا الحد ، أما فى حالة الضوضاء فهى توجد فى كل مكان : فى المنزل ، وفى المدرسة ، وفى الشارع، وقد تصل إلينا فى المكاتب وفى حجرات النوم دون أن نعرف مصدرها الحقيقى على وجه الدقة .

ب- ينقطع أثر الضوضاء بمجرد توقفها ، أى أنها لا تترك خلفها أثراً واضحاً فى البيئة ، ولا يتبقى منها شئ حولنا ، وبذلك فإن أثر الضوضاء أثر وقتى ينتهى بانقطاعها .

ج- تختلف الضوضاء عن غيرها من عوامل التلوث فى أنها محلية إلى حد كبير ، بمعنى أننا لا نحس بها إلا بجوار مصدرها فقط ، ولا تنتشر آثارها أو ينتقل مفعولها من مكان لآخر كما فى حالة تلوث الهواء أو تلوث الماء الذى قد ينتقل من منطقة إلى أخرى أو من دولة إلى أخرى.

أهم مصادر التلوث الضوضائى :

١- وسائل النقل الأرضية : مثل السيارات والقطارات وغيرها حيث تزايدت أعداد السيارات وتعددت أنواع وسائل النقل فى السنوات الأخيرة بشكل متزايد وفى نفس الوقت تزايد السكان فى مساحة مازالت محدودة مما تسبب فى ضوضاء شديدة ناتجة عن حركة موتورات هذه الوسائل وكذلك آلات التنبيه المستخدمة بدون ضوابط والتى قد تضيف ضوضاء متزايدة فى الشوارع والطرق .

٢- الطائرات : ولاسيما الطائرات النفاثة والاسراع من الصوت نتيجة لما تحدثه من ضوضاء عالية لاختراقها حاجز الصوت ، فالطائرات من هذا النوع تحدث ضوضاء شديدة أثناء الإقلاع وبعده مباشرة وأثناء الهبوط والصوت الصادر منها أثناء الطيران بشكل يفوق الطائرات العادية من حيث شدة الصوت وأثرة السلبى .

٣- الضوضاء الناجمة عن الصناعات المختلفة :

فقد تزايدت المصانع والصناعات المختلفة مع مواكبة حركة التقدم العلمى والتقنى فهناك مناطق صناعية بها آلاف المصانع والشركات الصناعية مثل مصانع الحديد والصلب ومصانع الأسمنت والورق والصناعات المعدنية من قطع الحديد وصهر النحاس والألمونيوم وغيرها من الصناعات والورش الميكانيكية والتى تترك أثرها فى صورتين من الضرر :

أ- الأولى وهو الضرر المباشر على العمال والموظفين فى نفس المصنع .

ب- الأخرى الضوضاء المؤثرة على المناطق السكنية القريبة من المصانع .

٤- عمليات البناء : المختلفة والإنشاءات والخدمات العامة فهناك ضوضاء تنتج من عمليات البناء نتيجة استخدام خلاطات الأسمنت المسلح وحافرات أساسات المبانى وسائر الماكينات المستخدمة فى شتى أعمال الطرق والسكك الحديدية .

٥- الأجهزة المنزلية : المختلفة من مذياع وتلفاز وأجهزة المطبخ وأجهزة التكييف وغيرها .

قياس شدة الضوضاء :

يتميز كل صوت عن الآخر بتردده وشدته ، ويقصد بالتردد هنا عدد موجاته والشدة تعنى ارتفاع تلك الموجات ، ويقاس التردد بوحدة الهرتز وهو عدد الموجات فى الثانية ، حيث أن الهرتز الواحد يساوى تردد موجة واحدة فى الثانية ، أما شده الصوت فتقاس بوحدة الديسببل وتتراوح شدة الضجيج من صفر وهو درجة السكون إلى ١٠ ديسيبل وهو صوت التنفس العادى ، ويمكن القول بأن شدة الصوت تكون مقبولة ومعقولة بالنسبة للإنسان إذا كانت فى حدود ٧٥ ديسيبل فأقل ، أما إذا كانت أكثر من ٧٥ ديسبل فأنها تصبح خطراً على صحته الإنسان ، ويمكن أن نتصور ذلك إذا علمنا أن صوت جرس الهاتف العادى تبلغ شدته ٧٠ ديسيبل تقريبا ويوضح الجدول التالى ببعد مصادر الضوضاء وشدة ما يصدر عنها من صوت .

جدول (٣)

يوضح بعض مصادر الضوضاء وشدته [١]

مصدر الصوت	الشدة بالديسيبل	نوع الصوت ومدى خطورته
صـــــاروخ	٢٠٠	ضوضاء شديدة الخطورة
الطائرة الجامبو	١٦٠-١٧٠	ضوضاء شديدة الخطورة
الطائرة النفاثة	١٣٥-١٥٠	ضوضاء شديدة الخطورة
الموسيقى الصاخبة	١١٥- ١٢٥	ضوضـــاء شـــديدة الخطـــورة
الدراجة النارية	١٠٠-١١٠	ضوضاء شديدة الخطورة
مغزل النسيج	١٠٠- ١٠٥	ضوضاء شديدة الخطورة
مثقاب بالضغط الهوائى	١٠٠	ضوضاء خـــطرة
الجـرار الزراعـى وآلــه	٩٧- ٩٨	ضــوضــاء خــطرة
الطباعة	٩٠	ضوضاء عندها يبدأ الخطر
حركة المواصلات الكثيفة	٧٥	صــوت عـــال
وحـــدات التكيـــيف	٧٠	صــوت عـــال
المكنسة الكهربائية	٤٠-٦٠	صوت متوسط الشدة
محادثـــة عاديـــة	٣٠	صوت خافــت
مـــنزل هـــادئ	٢٠	صوت خافت جدا
همـــــس	١٠	صوت خافت جدا
صفيف أوراق الشجر		

---

[١] مأخوذ عن :

أ ــ سعيد محمد رفاع : مرجع سابق . ص ٦٠ .

ب ــ حسن أحمد شحاتة : مرجع سابق .ص ٢٢٤ .

أنواع التلوث الضوضائى :

يمكن تقسيم التلوث الضوضائى حسب مصدره وقوة تأثيره واستمراره إلى ثلاثة أقسام رئيسية هى :

(أ) تلوث مؤقت لا تنتج عنه أضرار فسيولوجية :

وهو التعرض لفترات محددة لمصدر أو أكثر من مصادر التلوث ومثال ذلك الضوضاء الناتجة بسبب التعرض لأصوات طلق نارى عادى أو التعرض لأصوات صادرة من الأماكن المزدحمة أو داخل المصانع والورش ، وينتج عن هذا التلوث ضعف مؤقت فى السمع يعود إلى حالته بعد فترة قصيرة خلال عدة دقائق أو ساعات :

(ب) تلوث مؤقت ولكن تنتج عنه أضرار فسيولوجية :

وهو التعرض لفترة محددة لمصدر أو أكثر من مصادر التلوث الضوضائى عالى الشدة مثل الضوضاء الناتجة عن المفرقعات والقنابل والتى ينتج عنها أضرار فسيولوجية دائمة ، مثل إصابة الأذن الوسطى بسبب موجات الضغط التى تصاحب تفجير المفرقعات ، وحدوث ثقب فى طبلة الآذن، أو تلف الأعصاب الحسية بها .

(ج) تلوث ضوضائى مزمن :

وهو ينتج عن التعرض الدائم والمستمر لمصدر أو أكثر من مصادر الضوضاء ، وعادة ينتج عنه مضاعفات تتفاوت حسب شده

الضوضاء وزمن التعرض لها ، فقد يحدث ضعف مستديم فى السمع أوقد يحدث الصمم الكلى المستديم .

مخاطر التلوث الضوضائى وآثاره :

للتلوث الضوضائى تأثيرات ومخاطر نفسيـــة وجسمانية وهـــذه التأثيرات مع استمرارها تقود إلى العديد من المضاعفات التى تنعكس على صحـــة الإنسان وعلى إنتاجيته والتى يمكن حصرها فيما يلى :

١- مخاطر وتأثيرات نفسية :

وهى التى تنتج عن الأصوات المزعجة وتحدث قلق وعدم الارتياح الداخلى والتوتر والارتباك وعدم الانسجام والتوافق ، وتؤدى إلى صعوبة التخاطب والمضايقة ، ويتضح أثر هذا التلوث الضوضائى فى أماكن العبادة وتلقى العلم فى المدارس والجامعات وأماكن العمل التى تتطلب التخاطب بين الناس لقضاء المصالح .

وتنتج الضوضاء بسبب وجود تلك الأماكن فى مواقع غير مناسبة مثل القرب من الميادين التى تكثر فيها وسائل الموصلات العامة والخاصة والطرق السريعة وأماكن تواجد الحرفيين والباعة .

٢- مخاطر تأثيرات على أجهزة الجسم المختلفة :

وهذه المخاطر تشمل الإنسان وأجهزته والكائنات الحية الأخرى نذكر منها :

أ- مخاطر الضوضاء على الدورة الدموية :

الأصوات العالية المفاجئة تجعل الشعيرات الدموية تتقلص كما أنها تحدث ذبذبات فى الجلد وربما تحدث تغيرات فى نشاط الأنسجة ،كما تبين أن التعرض للضوضاء لفترة طويلة يؤدى إلى حدوث انقباض فى الأوعية الدموية وارتفاع ضغط الدم ولعل هذا أحد العوامل المؤدية إلى زيادة نسبة مرضى ضغط الدم بين سكان التجمعات الصناعية عنه بين سكان المجتمعات الريفية والبدائية .

ب- مخاطر الضوضاء على الجهاز الهضمى :

يؤدى الاضطراب النفسى وارتفاع ضغط الدم إلى اضطراب فى الجهاز الهضمى وزيادة فى إفرازات المعدة من الأحماض مما يؤدى إلى زيادة نسبة الحموضة التى تؤدى إلى قرحة المعدة أو قرحة الأثنى عشر باستمرار التوتر ، كما قد تتأثر أيضاً إفرازات الكبد والبنكرياس والأمعاء والغدد الصماء .

ج- مخاطر الضوضاء على جهاز السمع :

عندما يتعرض الإنسان إلى صوت تصل شدته إلى ٩٠ ديسيبل تبدأ أعضاء جسم الإنسان بالتأثر ، ويحدث ضعف فى حاسة السمع قد يزول عند زوال المؤثر والابتعاد عن الضوضاء لفترة طويلة .

وتبين بعض الدراسات أن عمال المصانع أكثر عرضة من غيرهم للصم نتيجة لتعرض لضوضاء يومية تبلغ شدتها ٨٠ ديسيبل أو أكثر ، وأن سكان المدن الكبرى يبدأ لديهم انخفاض القدرة على السمع عند سن الخامسة والعشرين أو دون ذلك ، بينما يبدأ الشىء نفسه لدى سكان القبائل فى سن السبعين .

٣ - مخاطر وتأثيرات على الإنتاج وحسن الأداء :

الضوضاء قد تكون سببا فى سؤ الأداء ونقص الكفاءة الإنتاجية نتيجة لما تسببه من ضيق نفسى لدى الأشخاص الذين يؤدون أعمال فى هذا الجو المربك ، وهذا يفقدهم الحماسة للعمل والدقة فى الأداء ، فقد وجد أن توفير جو من الهدوء يزيد من الكفاءة الإنتاجية فى الأعمال المختلفة وخاصة تلك التى تتطلب إعمال الفكر وتركيز الانتباه .

فقد أجريت إحدى الدراسات بهدف معرفة تأثير الضوضاء على مقدرة الإنسان وكفاءته فى إنجاز الأعمال الذهنية ، وتبين من نتائج الدراسة أن الكفاءة الإنتاجية تقل فى ظروف جو العمل الصاخب عنها فى حالة وجود مستوى منخفض من الضوضاء حيث توصلت الدراسة إلى أنه عند استخدام عوازل للصوت انخفض معدل الأخطاء الحسابية نسبة ٥٢ % ، وانخفض أيضاً معدل الأخطاء فى النسخ على الآلة الكاتبة بنسبة ٢٩% ، وانخفض كذلك معدل التغيب عن العمل بسبب الأحوال المرضية بنسبة ٢٧% .

الإجراءات اللازمة للوقاية والتحكم فى التلوث الضوضائى :

فيما يلى نقدم المقترحات والإجراءات اللازمة للتوعية بأخطار التلوث الضوضائى وهى :

(١) التوعية بأخطار التلوث الضوضائى وذلك عن طريق :

أ- دمج مفاهيم التلوث الضوضائى ومخاطره بمختلف المناهج والصفوف الدراسية.

ب- وسائل الإعلام المختلفة المسموعة والمرئية والمقروءة.

(٢) التخطيط العمرانى الجيد من حيث اتساع الشوارع واختيار الأماكن المناسبة لإقامة المدارس والمستشفيات والتجمعات السكنية .

(٣) إنشاء المطارات ومحطات السكك الحديدية والنقل العام بعيداً عن وسط المدن والمناطق الآهلة بالسكان ومراعاة ذلك عند إنشاء المدن الجديدة .

(٤) الإهتمام بزيادة مساحة الرقعة الخضراء داخل المدن وزراعة أحزمة خضراء حول المدن والمبانى المختلفة للمساهمة فى تقليل الضوضاء.

(٥) تجهيز المبانى بشكل يقاوم الضوضاء وذلك بتركيب عوازل للصوت خاصة فى مكاتب العمل والمدارس والجامعات والمستشفيات .

(٦) الحد من استخدام مكبرات الصوت وآلات التنبيه وأجهزة الموسيقى ذات الأصوات الحادة والمرتفعة فى الأماكن العامة وأماكن الترفيه .

(٧) إصدار القوانين والتشريعات وتطبيقها بحزم على من يسرف فى استخدام آلات التنبيه أو وسائل الإزعاج الأخرى من مكبرات الصوت وغيرها .

(٨) عدم منح تراخيص بإقامة المصانع أو الورش مثل ورش إصلاح السيارات والحدادة والسباكة والسمكرة والنجارة داخل المناطق السكنية بل يتم ذلك فى مناطق صناعية خارج المدن .

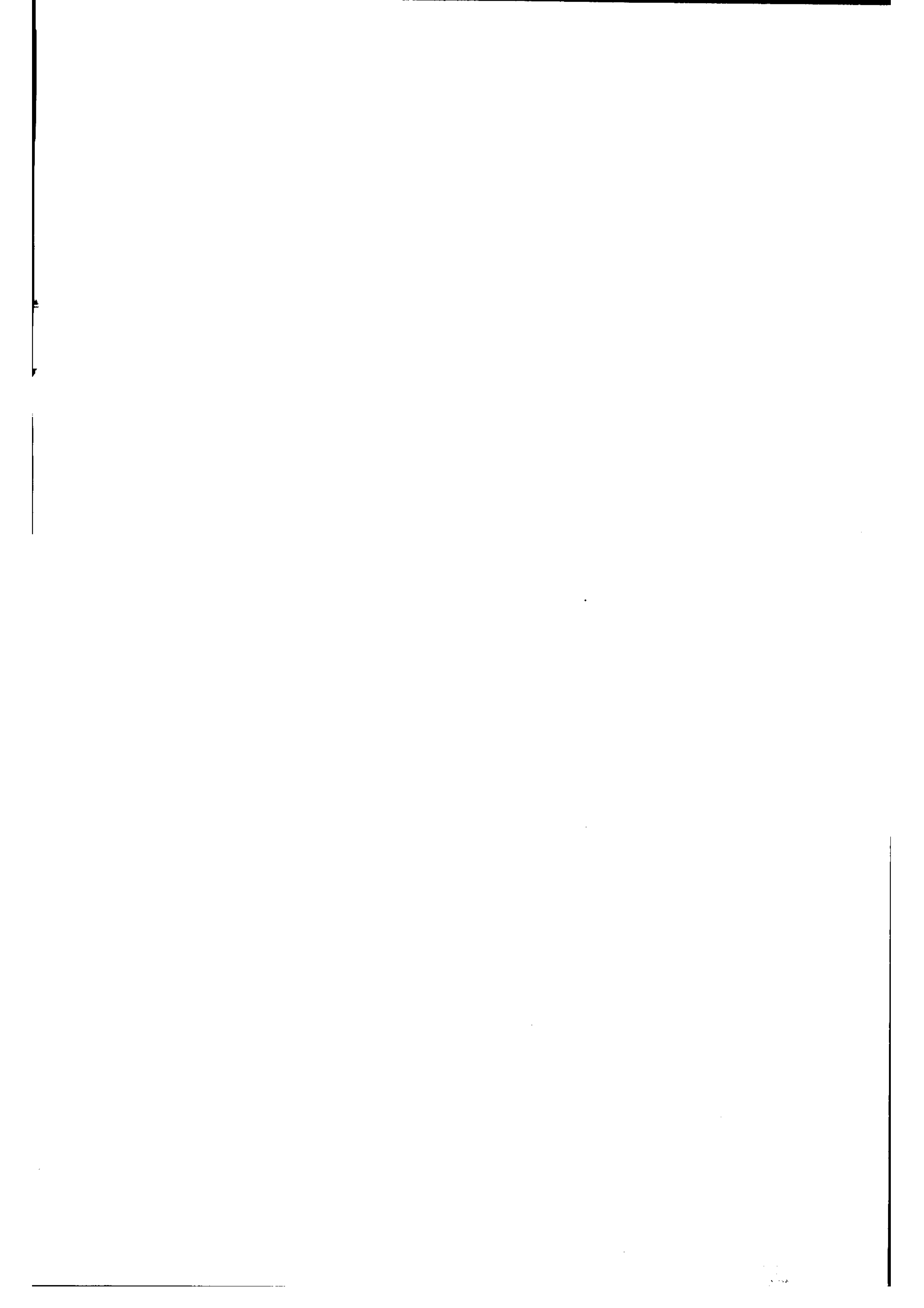
(٩) إتباع الإجراءات الوقائية والأمن والسلامة مثل الكشف الدورى على العمال فى المناطق الصناعية واستخدامهم لسدادات الأذن وخاصة الذين يعانون فى أعمالهم من ضجيج .

(١٠) العمل على نقل المصانع والورش المقامة داخل حدود المدن والمناطق السكنية إلى أحياء صناعية بعيدة عن المناطق السكنية .

الفصل التاسع

قضايا بيئية معاصرة

- مشكلة نقص وسوء استخدام موارد المياه .
- مشكلة التصحر .
- مشكلة استنزاف الثروة النباتية والحيوانية وانعكاساتها المختلفة .
- مشكلة تآكل طبقة الأوزون .



قضايا بيئية معاصرة

مقدمــــــة :

تعد الدراسات البيئية والتربية البيئية من أبرز التطورات العلمية والتربوية والتى بدأت تتبلور أفكارها فى العقود الثلاثة الأخيرة من القرن العشرين ، ولقد جاءت هذه التوجهات نتيجة لتحذيرات عدد كبير من العلماء فى مختلف التخصصات العلمية والتربوية بمخاطر تلوث البيئة وسوء استخدام الموارد البيئية من قبل الناس جميعاً ، وظهرت بالتالى دعة إلى ضرورة أن يكون هناك ترشيد للسلوك البشرى على مستوى الأفراد والمجتمعات ، وضرورة أن يكون لمناهج التعليم العام وللجامعات دور فى توعية الطلاب على مختلف مستوياتهم بخطورة قضايا البيئية ومشكلاتها باعتبارهم أفراد يتعايشون فى المجتمع اليوم وقادة له فى المستقبل .

ومن القضايا والمشكلات البيئية التى برزت فى العقود الأخيرة من القرن العشرين مشكلة اختلال التوازن البيئى نتيجة لعوامل وظروف ومشكلات أخرى متعددة منها :

١- مشكلة نقص وسوء استخدام موارد المياه .

٢- مشكلة التصحر وانعكاساتها .

٣- مشكلة استنزاف الثروة النباتية والحيوانية وانعكاساتها المختلفة .

٤- مشكلة تآكل طبقة الأوزون .

وسوف يتم تناول هذه المشكلات بشئ من التفصيل :

(١) مشكلة نقص وسوء استخدام موارد المياه:

مقدمة وحجم المشكلة عالمياً وإقليمياً :

قد لا يشعر الإنسان العادى وغير المتخصص أو حتى المهتم بهذا المجال بأن هناك محدودية فى كمية المياه المتاحة للإستخدام البشرى ، وذلك بسبب المدنية الحديثة ، والتقدم التقنى الذى يسر للإنسان كيفية الحصول على المياه بطريقة تبدو له سهلة وميسورة ، ولكن من المعروف أن كميات المياه العذبة الموجودة فى الأنهار والبحيرات العذبة والمستنقعات تمثل (١%) من إجمالى المياه العذبة فى العالم والتى تشمل بجانب ما سبق المياه الجليدية الموجودة بالقطبين والأنهار الجليدية وكلها تمثل (٣%) من إجمالى كميات المياه العذبة والمالحة وبالتالى فكمية المياه المالحة تمثل (٩٧%) من المياه المتاحة عالمياً عذبة ومالحة .

ومشكلة سوء استخدام المياه مشكلة عالمية ، واستهلاك المياه على المستوى العالمى زاد فى الخمس والثلاثين سنة المنصرمة أكثر مما زاد فى الثلاثة قرون الماضية بنسبة مرتفعة إلى حد كبير ،

وتستهلك الدول النامية من المياه ضعف ما تستهلكه الدول الصناعية أو أكثر رغم أن إنتاجها الزراعى والصناعى يبقى أقل من إنتاج الأخيرة بكثير .

ومن أهم العوامل التى تقف وراء أزمة المياه ونقصها العوامل التالية :[١]

١- النمو السكانى المتزايد .
٢- ارتفاع مستوى المعيشة وبالتالى زيادة استهلاك المياه .
٣- التقدم الصناعى والتقنى فى كثير من البلدان .
٤- التقدم الزراعى وازدياد مساحة الأراضى المستصلحة .
٥- زيادة فترات الجفاف وتوالى سنوات نقص الأمطار .
٦- حوادث طارئة مثل انهيارات طرق أو مواقع أو سدود .
٧- التبذير والإسراف من جانب المستهلك سواء فى مياه الزراعة أم الشرب أم الاستهلاك المنزلى .
٨- تلوث بعض مصادر المياه وازدياد نسبة ملوحة الآبار الجوفية فى بعض المناطق .

ويرى البعض أن مشكلة المياه تعد مشكلة العصر وربما تجاوزت مشكلة النفط ذلك لأنه كما رأينا أن المياه العذبة لا تشكل فى الميزان العالمى أكثر من ٣ % من حجم المياه ، وتشير بعض التقارير إلى أن

---

[١] محمود متولى : " الأمن المائى العربى فى مواجهة التحديات الخارجية " ، دراسة مقدمة لمؤتمر أعلام دمياط الثالث عشر ، ٧-٨ مايو ٢٠٠٠. كلية التربية بدمياط.

هناك واحد من كل خمسة أشخاص محروم من المياه ، بل أن بعض الخبراء يذهبون فى تشاؤمهم إلى أبعد عن ذلك إذ يتوقعون أن المياه على سطح الكرة الأرضية ستستهلك من الآن وحتى عام ٢١٠٠ وأن المياه المتوفرة فى مخزون الأرض ستنضب كلية فى عام ٢٢٣٠ .

والنزاعات المائية فى العالم تتركز الآن حول المناطق التالية : (١)

١- أفريقيا السوداء حيث يوجد خلاف جدى بين موريتانيا والسنغال حول نهر السنغال ، إلى جانب النزاع حول أحواض أفريقيا الجنوبية وحول مياه نهر النيل .

٢- الشرق الأوسط ، حيث إسرائيل الباحثة عن منطقة استراتيجية مائياً (أطماع الحركة الصهيونية المائية من ١٩٢٩ ، ١٩٥٤ مروراً بمشروع جونستون عام ١٩٥٣) .

٣ النزاع بين العراق وإيران حول السيطرة على شط العرب

٤ النزاع بين العراق وسوريا من جانب وتركيا من جانب آخر حول تقسيم مياه الفرات

٥- النزاع بين كندا والولايات المتحدة وهذه الاخيرة والمكسيك وبين ولايات داخل الدولة نفسها .

٦- نزاعات حول السيطرة على أنهار شبه القارة الهندية .

٧- النزاع المائى المستمر بين مصر وأثيوبيا حول مياه نهر النيل خاصة بعد التحالف بين أثيوبيا وإسرائيل والتى تساعد أثيوبيا فى بناء سدود تعوق من مجرى نهر النيل إلى مصر .

محمود متولى . مرجع سابق ص٩

وعلى مستوى الوطن العربى فإن المشكلة تعد معقدة أيضاً حيث تبلغ مساحة الوطن العربى (٤,٩ %) من مساحة العالم بينما يمتلك (٠,٧١%) من المخزون العالمى للمياه ، وهذا يشير إلى فقر العالم العربى للمياه العذبة ، فأقل من نصف مساحة الوطن العربى تغطيها الصحارى القاحلة ، وتعد مشكلة المياه مشكلة مركبة حيث لها علاقة بشتى نواحى الحياة البشرية من زراعة وغزو الصحراء وصناعة وصحة إلى جميع النواحى الأخرى ، حيث تعتمد عليها كل نواحى النشاط البشرى ، كما أن مشكلة المياه ذات علاقة وطيدة بمشكلات أخرى أو ربما تسهم فى إحداثها بشكل مباشر مثل مشكلة نقص الغذاء والجوع وبعض الأمراض ، بل إن مشروعات التعمير وغزو الصحارى تتأثر بشكل مباشر بكميات المياه المتاحة .

حجم أزمة المياه فى منطقة الشرق الأوسط :

تعانى منطقة الشرق الأوسط من عدم كفاية الموارد المائية لمواجهة احتياجات دول المنطقة ومن الارتفاع المستمر فى نسب استهلاك المياه ، فقد بلغت نسبة استهلاك بعض هذه الدول نسباً مرتفعة إلى حد كبير (تصل إلى ١٠٠%) من نسب المياه المتاحة ، وسوف تصل الدول الأخرى إلى هذه النسبة خلال سنوات قليلة ، وتبلغ نسبة الاستهلاك لأغراض الرى والزراعة فى دول منطقة الشرق الأوسط إلى حوالى (٥١%) من كميات المياه المتاحة فى هذه المنطقة وذلك بزيادة قدرها (١١%) عن النسب العالمية ، كما أن نسب الاستهلاك فى مجال الصناعة ولأغراض الاستخدام المنزلى فى تزايد مستمر .

وتعتمد المنطقة على مصادر ثلاثة للمياه هى : الأمطار ، والمياه الجوفية ، ومياه الأنهار ، ومما يزيد المشكلة تعقيداً ، هو نشوب الخلاف بين إسرائيل والدول العربية بعد تحويل إسرائيل لمجرى نهر الأردن وهو من أهم الموارد المائية المتاحة لدول المنطقة المحيطة به والذى يبدأ بعد إلتقاء نهر بانياس الذى ينبع من سوريا مع نهرى الدان والحصبانى واللذين ينبعان من السفوح الجنوبية لجبل هرمون فى لبنان ثم يسير فى مجرى رئيسى إلى بحيرة الحولة ، ويسير جنوبا مخترقا بحيرة طبرية والبحر الميت ، حيث تصب فيه ينابيع طبرية ثم نهر اليرموك ، وتجرى بجانبه أنهار صغيرة هى نهر العاصى الذى ينبع فى لبنان ويجرى فى الأراضى السورية ثم يصب فى البحر المتوسط ، ونهر الحصبانى ونهر الليطانى الذى يعد أطول الأنهار اللبنانية .

" وقد نشب صراع حاد بين إسرائيل والدول العربية بسبب تحويل إسرائيل لمجرى نهر الأردن ، وحاولت الولايات المتحدة الأمريكية التوصل إلى اتفاق بين الجانبين ، وأوفد الرئيس إيزنهاور مبعوثه الخاص إريك جونستون لإجراء المفاوضات فيما بينها . وشكلت الجامعة العربية لجنة من الخبراء قامت بإعداد مشروع عربى تقدمت به الدول العربية فى مفاوضتها مع جونستون خلال عامى ١٩٥٤ ، ١٩٥٥. وقد حددت خطة جونستون لجميع الأطراف المطلة على حوض نهر الأردن ما مقداره ١٢٨٧مليون م٣ سنوياً لاستخدامها فى أغراض الرى .

وقد التزمت إسرائيل بالحصة المحددة لها حتى عام ١٩٦٧، ولكنها تجاوزتها بمراحل منذ احتلال الأراضى الفلسطينية. وقامت

باستغلال الحصة الفلسطينية بالكامل ، كما استغلت مياه نهر الليطانى فى الشريط الحدودى فى لبنان منذ غزوه عام ١٩٨٢" [١]

وتدل الإحصاءات المتوافرة على مدى تجاوز إسرائيل للحصة التى حددتها خطة جونستون على النحو التالى : [٢]

لبنان : لا تحصل على شئ فى حين حددت لها الخطة ما يقدر بـــ ٣٥ مليون م٣ سنوياً (أى ٣%) .

سوريا : تستـــهلك ما يقرب مـــن حصـــتها أى ١٣٢ مليون م٣ سنوياً حوالى (١٣%) .

الأردن : تستهلك ٢٥٠ مليون م٣ سنوياً بدلاً من ٥٠٥ ملايين م٣ سنويا (من ٢٢ إلى ٢٥%) .

وتستهلك إسرائيل حالياً ما بين ٦٢٠ ، ٧٠٠ مليون م٣ سنوياً من مياه نهر الأردن ، فى حين لا تحصل الضفة الغربية على أية كمية من مياه النهر وقد حددت لها خطة جونستون كمية ٢١٥ مليون م٣ سنوياً، كان من المفروض أن تحول إليها من خلال قناة الغور الغربية (عبر وادى الأردن الغربى) .

واعتباراً من عام ٢٠٠٠ أصبحت المياه فى الشرق الأوسط سلعة استراتيجية أهميتها قد تتجاوز أهمية النفط وتشير الدراسات

---

(١) طاهـــر شـــاش : مفاوضات التسوية النهاية والدولة الفلسطينية . الآمال والتحديات ، ط ، القاهرة ، دار الشروق ، ١٩٩٩. ص ١٦٨.

(٢) نفس المرجع السابق ، ص ص ١٦٨-١٦٩.

العلمية الحديثة إلى أن مناطق الصراع المائى ستكون أربعة مناطق وتتناول أحواض أنهار وهى : النيل ونهر الفرات ونهر الأردن ونهر الليطانى وتحاول إسرائيل من اليوم الضغط على مصر عن طريق المساعدة فى بناء سدود لأثيوبيا على مجرى النيل .

ولقد بدأت الصحف الإسرائيلية تلمح إلى أن فريقاً من المهندسين والخبراء الإسرائيليين يقومون بإجراء دراسات على التربة الأثيوبية للبحث فى إمكانية بناء ثلاثة سدود هى الجزء الأساسى من مشروع كبير يهدف إلى تطوير الزراعة والرى من خلال التحكم بمياه النيل الأزرق فى منطقة بحيرة تانا ونهر بار أحد روافد النيل ، وتأتى خطورة هذا الأمر من أن ٨٥% من مياه نهر النيل مصدره أثيوبيا. وهذا ما يمكن أن نسميه " حرب المياه أو الصراع على المياه فى الشرق الأوسط " وهو ليس بجديد فيكفى أن نتذكر أن مشروع السد العالى فى مصر وهو مشروع مائى كان أحد الأسباب المباشرة لشن العدوان على مصر من قبل إسرائيل وبريطانيا وفرنسا ، وأن الصراع على اقتسام مياه نهر الأردن بين إسرائيل والدول العربية كان السبب المباشر لانعقاد أول مؤتمر قمة عربى ولإنشاء مؤسسة القمة العربية ، كذلك فإن إسرائيل لا تخفى أن أحد أسباب احتلالها لجنوب لبنان هو الحصول على مياه نهر الليطانى .

إذن المياه فى الشرق الأوسط هى إحدى أكبر المشكلات حساسية وخطورة وإن لم تكن الأكثر خطورة على المدى القريب أو البعيد ،

ووضع الدول العربية فى هذا المجال على درجة عالية من الحرج ذلك ان ٦٧% من موارد المياه العربية ينبع من أرض غير عربية وبالتالى ليس للدول العربية سيطرة مطلقة على هذه الموارد وهذا أمر يجعل العديد من خطط التنمية عرضة لتهديدات شتى .

وما يزيد الوضع صعوبة هو أن العوامل الطبيعية كالتصحر والجفاف والسخونة المتزايدة للمناخ تجعل من غير الممكن زيادة مصادر المياه على العكس فإن هذه المصادر تتراجع ، فالأمطار لا تسقط بصورة منتظمة والتغيرات المناخية يمكن أن تنخفض كمية الأمطار ، ويتوقع أن تنخفض كمية الأمطار فى منطقة شبه الجزيرة العربية والعراق وأجزاء من شمال أفريقيا بنسبة ٤٠% نتيجة لسخونة الجو بالإضافة إلى ذلك فإن العديد من الدول العربية أراضيها صحراوية أو شبه صحراوية ، كما أنها عرضة للتصحر السريع ، وفى مصر تزحف الصحراء الغربية التى تحتل ثلث مساحة البلاد بسرعة ١٥ كم فى السنة باتجاه دلتا النيل ، كذلك تقدمت الصحراء بمساحة مائة كيلومتر تقريبا نحو جنوب السودان بين عامى ١٩٥٨/١٩٧٥ .

مشكلة المياه فى الوطن العربى ومصر :

الوطن العربى يضم بين جنباته أشد مناطق العالم جفافاً ، وقد أعطى هذا الموقع الجغرافى ندرة لموارده المائية ، إضافة إلى عدم انتظام أمطاره والتى هى فى الأساس شحيحة ، ناهيك عن فترات الجفاف المتلاحقة التى تصيب أجزاء منه ، وتشير كل الدلائل الرقمية إلى أنها

فى ازدياد مستمر ، مما يجعل من عملية إنتاج الغذاء والتى تعتمد فى جزئها الأكبر على الأمطار ليست مضمونة النتائج .

ومما يزيد الأمر تعقيداً أن أكثر من ٦٥% من الموارد المائية السطحية والممثلة فى أنهار دجلة والفرات والنيل بصورة رئيسية تنبع من خارج الوطن العربى ويزداد الوضع خطورة بعدما بدأت دول الجوار غير العربية والمتحكمة فى مصادر هذه الأنهار فى التخطيط المنفرد لاستغلال مياهها ، دونما اعتبار منصف لحقوق الأقطار العربية .

وتتلخص مشكلة المياه فى العالم العربى بالنقاط الرئيسية التالية :

- انخفاض منسوب الأمطار .
- اعتماد بعض الدول العربية على انهار لا تنبع من أراضى عربية ، مما يهدد مصالحها المائية كالوضع فى سوريا والعراق والسودان ومصر .
- زيادة الطلب على المياه لا تواكبها زيادة فى إيجاد مصادر جديدة للمياه مما قد يحدث خللاً كبيراً بين العرض والطلب على المياه .
- تزايد النمو السكانى الذى بلغ معدله الحالى ٣% سنوياً ويتضاعف كل ٢٥ سنة مع تحسن مستوى المعيشة ، مما قد يعنى زيادة الطلب على المياه ، وفى هذه الحالة لا يمكن زيادة العرض ليفى بالطلب مثل بقية السلع ، وبالتالى لابد من اتخاذ إجراءات إدارية وتنظيمية حاسمة : كتنظيم حجم الطلب ، وترشيد الاستهلاك ، والاهتمام بتطوير مصادر المياه ، وإجراء الحسابات الدقيقة لحاجة الفرد ،

وتحليل احتياجات القطاع الزراعى ، ووضع استراتيجية على المدى القصير والطويل ، وإدارة مسألة المياه على المستوى القومى بالتعاون مع المراكز والمؤسسات والكوادر المتخصصة .

مصادر المياه فى الوطن العربى ومصر :

سبق القول إن مصادر المياه فى الوطن العربى تعتبر محدودة بالنسبة لمساحتها وهى تنقسم إلى نوعين هما :

(١) المياه السطحية :

والتى تشمل بعض الأودية الموسمية وبعض الأنهار دائمة الجريان والتى من أمثلتها نهر الأردن – سبق الحديث عنه عند عرض مشكلة المياه فى الشرق الأوسط – ونهرى دجلة والفرات واللذين ينبعان من هضبة الأناضول بتركيا ويمران بالأراضى السورية ثم الأراضى العراقية فى شط العرب على ساحل الخليج العربى ، ثم نهر النيل والذى ينبع أحد فروعه من النيل الأزرق وينبع من بحيرة تانا والتى تقع كلتاهما فى أثيوبيا .

" ويبلغ طول نهر النيل ٦٦٩٠ كيلومترا ومساحته ٢,٩ مليون كيلومتر مربع ، ويمر بتسع دول هى : تنزانيا ، وكينيا ، وزائير ، وبروندى ورواندا وأثيوبيا ، وأوغندا ، والسودان ، ومصر ، ونصيب مصر نهر النيل ٥٥.٥ مليار متر مكعب سنويا "[١]

---

(١) محمد السيد أرناووط . الإنسان وتلوث البيئة ، مرجع سابق ، ص ١٤٤.

ولما كانت المياه مورد غير قابل للزيادة (غير متجدد) فإن المشكلة تزداد تعقيداً مع تزايد احتياجات الإنسان وتزايد أعداد السكان مع محدودية المياه ، مما يحدث بالضرورة مشاكل فى كل دول العالم ومنها العالم العربى، حيث يؤكد المهتمون بهذا المجال أنه ليس هناك دولة ما يمكن أن تدعى أن لديها المقدرة على السيطرة على نقص كميات المياه .

ووفقاً لأرقام منظمة الصحة العالمية فإنه يعيش حالياً ١٧٠٠ مليون مواطن بدون مياه نقية ، وكذلك يعيش ١٨٠٠ مليون آخرون بدون صرف صحى ، وفى مصر تعتمد كلية على مياه نهر النيل فى شتى نواحى الحياة من زراعة ، وصناعة إلى الاستخدام لأغراض الشرب والأغراض المنزلية الأخرى، وقد وضع الخبراء حدوداً لخط الفقر المياهى وهو أن استهلاك الفرد يجب ألا يقل عن ألف متر مكعب سنوياً، وفى مصر فى عقد الخمسينيات عندما كان تعداد السكان حوالى ٢١ مليون نسمة كان نصيب الفرد من استهلاك المياه ٢٣٧٦ مترا مكعباً فى السنة أى أكثر من ضعف خط الفقر المياهى ، وفى عام ١٩٩٣ حينما وصل تعداد السكان إلى ٦٠ مليون نسمة انخفض نصيب الفرد إلى ١٠٣٥ متر مكعب سنوياً أى انخفض نصيب الفرد إلى النصف وأصبح على خط الفقر المياهى ، ويتوقع الخبراء أنه فى عام ٢٠٢٥م فإن نصيب الفرد فى مصر سينخفض إلى أقل من الربع، وهنا سوف نعانى من الندرة فى المياه .

(٢) المياه الجوفية :

تنتشر الطبقات المائية الحاملة للمياه الجوفية فى أجزاء مختلفة من العالم العربى ، تتفاوت درجات ملوحة هذه المياه من عذبة إلى مالحة إلى شديدة الملوحة ، فالمياه الجوفية فى الشواطئ الشرقية للبحر المتوسط ذات درجات ملوحة منخفضة بينما مياه شبه الجزيرة العربية الجوفية ذات درجات ملوحة متوسطة إلى شديدة الملوحة وتعتمد درجة ملوحة المياه على نوع الطبقات الصخرية وعلى تدخل مياه البحر .

وتؤثر مشكلة المياه بالإضافة إلى التضاريس الأرضية على طبيعة عمليات التنمية والأنشطة التى يمكن تنفيذها ، ولما كانت مصر أراضيها غير متجانسة طبوغرافيا فإنها تنقسم إلى مناطق رئيسية هى :

(أ) الدلتا ووادى النيل :

وهما يمثلان الواحة الزراعية الكبرى داخل صحارى مصر وتبلغ مساحتها ٣٥ ألف كيلو متر مربع وتمثل هذه المساحة حوالى ٣,٥% من إجمالى مساحة مصر وإنتاجها الزراعى يمثل عنصراً رئيسياً يعتمد عليه الاقتصاد المصرى .

(ب) الصحراء الغربية :

وتبلغ مساحتها حوالى ٦٨٠ ألف كيلومتر مربع ، وتمثل حوالى ٦٨% من إجمالى مساحة مصر .

(جـ) الصحراء الشرقية :

وتبلغ مساحتها حوالـى ٣٢٣ ألف كيلو متر مربع وتمثل حوالى ٢٢,٥% من إجمالى مساحة مصر .

(د) شبه جزيرة سيناء :

ومساحتها حوالى ٦٠ ألف كيلومتر مربع وتمثل حوالى ٦% من إجمالى مساحة مصر .

ومما تقدم يتضح أن المساحة الإجمالية من مساحة مصر والتى تنتشر بها الزراعة لوفرة مياه الرى من نهر النيل لا تتجاوز نسبتها ٣,٥% من مساحة مصر وفى المقابل ٩٦,٥% من إجمالى مساحة مصر أراضى صحراوية وهذا يوضح حجم الطلب على المياه لغزو الصحراء وتعميرها وإقامة مجتمعات جديدة ، ومن المشروعات العملاقة التى أقيمت ، بهذا الخصوص مشروع ترعة السلام ومشروع توشكى .

ودراسة كميات المياه ومصادرها وأساليب تحسينها من العوامل الأساسية لأى عمليات تنموية فى المناطق الصحراوية بصفة خاصة ، ففى الصحراء الغربية بمصر فإن الموارد المائية فى وسطها وجنوبها محدودة وقاصرة على المياه الجوفية الموجودة فى سلسلة المنخفضات الرأسية والأفقية الممتدة بين خط ٢٥ درجة شمالاً وخط عرض ٣٠ درجة شمالاً تقريباً .

وتعتمد موارد المياه فى منطقة الساحل الشمالى الغربى على الأمطار مباشرة وعلى ما يتجمع منها فى الوديان وأهمها وادى أم شطآن فى منطقة مطروح ، أو فى الآبار الروحانية المنتشرة فى المنطقة ، ودرجة ملوحة المياه الجوفية عالية نسبياً وهى تستخرج من الآبار القريبة من الساحل بواسطة المراوح الهوائية المركبة عليها وتستغل هذه المياه فى رى بعض المزارع ذات المساحات الصغيرة من أشجار الزيتون. ومن المشكلات ذات الصلة الوثيقة بمشكلة المياه هى مشكلة التصحر والجفاف وهى ما سيتم تناوله فى الصفحات القادمة .

والآن كيف يمكن مواجهة مشكلة نقص وسوء استخدام موارد المياه ؟

وللإجابة عن هذا التساؤل يمكن طرح بعض البدائل منها :

(١) استخدام الأساليب العلمية فى دراسة مصادر المياه ووضع خرائط جيولوجية لتحديد مناطق تواجد المياه وإمكانية إقامة مشاريع إنمائية مثل مشروع منخفض القطارة فى الصحراء الكبرى من الجزء الشمالى من الصحراء الغربية المصرية ، وقناة توشكى والتى تنقل فائض مياه النيل إلى الوادى الجديد .

(٢) دراسة إمكانية الانتفاع بمياه المطر والانتفاع بها لأقصى درجة، خصوصاً أن هناك دول عربية مثل المملكة العربية السعودية تعتمد اعتماداً أساسياً على مياه السيول والأمطار فى عمليات الزراعة ، ولتنويع مصادر المياه بالمملكة العربية السعودية فقد

قامت ببناء السدود فى مختلف المناطق منها : السدود التى أقيمت لتخزين المياه فى جنوب غرب المملكة مثل سد أبها ، وسدود أقيمت بغرض وقاية الأراضى الزراعية من الفيضانات السريعة أو للمساعدة فى استصلاح الأراضى الزراعية وتحسين المراعى مثل سد عرعر .

(٣) توعية المزارعين باستخدام الأساليب العلمية الحديثة فى الزراعة والرى وذلك باستزراع نباتات تقاوم العطش فى المناطق الصحراوية واستخدام تقنيات متطورة فى عمليات الرى بالتنقيط والرى بالرش بدلاً من الغمر .

(٤) عمل دراسات حول مصادر المياه الجوفية بغرض حمايتها من التلوث وترشيد استهلاكها، فتشير بعض الدراسات إلى أنه " وفقاً لإمكانيات المياه الجوفية المتاح استغلالها من الخزان الجوفى النوبى بمصر بمناطق منخفضات الصحراء الغربية تبين توفر كميات من المياه الجوفية يصل إجماليها إلى ٢,٥ مليار متر مكعب متاحاً للاستغلال سنويا ، وإذا ما تم اتباع وسائل الرى الحديثة فى رى أراضى هذه المنخفضات بهدف تنميتها زراعياً ، فإن إجمالى المساحة الممكن ريها بمناطق منخفضات الصحراء الغربية يمكن أن تصل إلى ما يقرب من نصف مليون فدان » كما تبين أن الوادى به إمكانيات للماء الجوفى حاليا يكفى لرى ٧٠ ألف فدان بمعدلات ١٥-٢٠ ألف متر مكعب سنوياً للفدان ، كما أن إمكانيات الأمطار والمياه المخزون فى

الساحل الشمالى يمكن زراعة ١٠-١٥ ألف فدان سنوياً [١] ، وفى المملكة العربية السعودية توجد مصادر ضخمة للمياه الجوفية ولكن هذه الأمطار معرضة للتناقص الشديد بسبب المبالغة فى حفر لآبار الإرتوازية وتناقص كميات المياه المخزونة « فى دراسة لمعهد الأبحاث الكويتى (١٩٩٣) حول أهمية المياه الجوفية أشار إلى أن المياه الجوفية التى لا يمكن تعويضها تغطى ٩٠% من الاستــهلاك العام للمياه فى المملكــة»[٢] ، كما أن المبالغة فى استخدام المضخات الضخمة وتعميق الآبار وعدم وجود ضوابط ومتابعة أدى إلى مشكلات منها :

- انخفاض كبير فى منسوب المياه الجوفية وتردى نوعيتها .
- السحب الشديد للمياه الجوفية ربما يكون مسئولاً عن حدوث هزات أرضية وهبوط فى سطح الأرض فى بعض المناطق .
- ارتفاع تكاليف عمليات استخراج المياه الجوفية بزياد عمقها.

(٥) التوسع فى إنشاء محطات معالجة مياه الصرف الصحى والمياه الناتجة من المصانع والمنشآت بغرض منع تلوث المجارى المائية والاستفادة منها فى بعض الأغراض مثل رى الزراعات أو عمليات إعادة التبريد فى المصانع .

---

[١] محمد عبد الحميد بسيونى ، غزو الصحراء . القاهرة ، الهيئة المصرية العامة للكتاب، ١٩٧٩ ، ص ٦٩، ص ٨٢.

[٢] سعيد محمد رفاع ، مرجع سابق. ص١٣٩.

(٢) مشكلة التصحـــــر Desertification

مقدمة وحجم المشكلة :

إذا كانت الفيضانات والسيول تجرف مدن وقرى فى بعض المناطق من العالم وتهدم البيوت وتشرد الإنسان والحيوان وتؤدى إلى دمار شامل فإن التصحر لا يقل خطورة عنها بل أشد وأسوء ، فقد خرب التصحر دولاً ومناطق عدة ومنها أفريقيا وآسيا حيث " يعانى من مشكلة التصحر٦٣ دولة من بينها ٣٤ دولة أفريقية وآسيوية "[١] وقد أشار تقرير أمانة اللجنة المستقلة المعنية بالقضايا الإنسانية والكوارث الدولية[٢] إلى أن ٢٣٠ مليون نسمة من السكان يهددها التصحر مباشرة، وقد تضرر ما مجمله ٣,٥ بليون هكتار من أراضى المحاصيل البعلية والأراضى المروية فى العالم ، ويتقلص سنوياً نحو ٢١ مليون هكتار من الأراضى الزراعية أو الصالحة للزراعة وتتحول إلى حالة شبه عقيمة أو عقيمة تماماً .

وبالتالى فإن التصحر بات عملية ديناميكية لا تقتصر بالضرورة على إقليم معين ، فالانجراف والتملح والتغدق يمكن أن تحدث ، بل وتحدث فعلاً فى أماكن مختلفة وفى أنواع مختلفة من الأراضى ، فالتصحر أصبح يشكل الآن بالفعل كارثة للسكان المتضررين على نحو

---

(١) محمـــد محمود محمدين ، طه عثمان الفرا : المدخل إلى علم الجغرافيا ، ط٣ ، الرياض، دار المريخ ، ١٩٩٣. ص٢٩٣.

(٢) تقريـــر للجـــنة المستقلة المعنية بالقضايا الإنسانية الدولية : التصحر ، أعد الترجمة ، مركز الأهرام للترجمة والنشر ، مؤسسة الأهرام ، القاهرة. ١٩٨٦. ص١٥.

مباشر والذين يعيشون فى أكثر المناطق حرماناً من العالم لقد فقد هؤلاء السكان أسباب معيشتهم وأصبحوا يعانون من تدهور حاد فى مصادر تغذيتهم وصحتهم ، وكذلك أصبحت مجتمعات بكاملها محرومة من أنشطتها الاقتصادية ، وتمزقت مؤسساتها الاجتماعية ، وبات من المتعين على غالبيتهم أن يهاجروا وأن يلتمسوا إعادة التوطين فى أماكن أخرى ، وعلى " مستوى الوطن العربى فإن حوالى ٩٠% من أراضيه صحراوية أو شبه صحراوية ويقدر ما يفقده من أراضيه الصالحة للزراعة بحلول عام ٢٠٠٠ ما يقرب من ١٨% " [١]

وعلى مستوى مصر فأن أراضى مصر غير متجانسة طبوغرافيا . وهى وتنقسم إلى مناطق رئيسية هى : [٢]

الدلتا ووادى النيل وتمثل مساحتها (٣,٥%) من مساحة مصر والصحراء الغربية وتبلغ مساحتها ٦٨% من إجمالى مساحة مصر ، والصحراء الشرقية وتبلغ مساحتها (٢٢,٥%) من مساحة مصر وسيناء وتمثل مساحتها حوالى (٦%) من مساحة مصر .

ومن هنا يتضح أن مساحة الصحارى تمثل ٩٦,٥% من إجمالى مساحة مصر على حين تبلغ مساحة الأراضى الزراعية الآهلة بالسكان ٣,٥% من مساحة مصر ، ولذا فإن المشروعات العملاقة التى بدأت

---

(١) سعيد محمد رفاع : مرجع سابق ص١٠٤.

(٢) محمد عبد الحميد بسيونى: مرجع سابق ، ص ص ٦-٧.

بالفعل مثل مشروع توشكى وشرق التفريعة وغيرها تعد ضرورة حتمية وملحة ومستقبلية للأجيال الحالية والقادمة ، أملاً فى زيادة الإنتاج الزراعى ورفع مستوى الاقتصاد المصرى وحل كثير من المشكلات الأخرى .

مفهوم التصحر :

وبالرغم من أن البعض يرى أن مصطلح التصحر يبدو وكأنة ظاهر طبيعة ذات صبغة محلية فإن غالبية المهتمين بهذا الأمر والكثير من صانعى القرارات يميلون إلى اعتباره مشكلة بيئية ومادية متأصلة تصيب الأقاليم ولاسيما أفريقيا وهناك دائماً الكثبان الرملية التى صنعتها الرياح ، والرقعات الفسيحة من الأراضى القاحلة الموحشة غير المأهولة إلا بجماعات قليلة من البدو: ويقصد بالأراضى القاحلة المساحات ذات المناخ الجاف جدا بما فى ذلك السهول فى المناطق المعتدلة والبمباس ، والسافانا فى الأقاليم المدارية ، وشبة المدارية ويقول الخبراء : إن الأراضى القاحلة تغطى نحو ٣٥% من مساحة الأراضى فى العالم ، وتتصف الصحارى بأنها مساحات ذات مناخ جاف للغاية ، وهطول غير منتظم للأمطار ، وتبخر كثيف للمياه وتكون الحياة فيها مقصورة على حيوانات ونباتات ضعيفة جداً .

وقد استخدمت كلمة تصحر لتصف انتشار صفات الصحراء وانخفاض الإنتاجية الممكنة للمناطق المتضررة والتى تتضمن المعنى

الشائع لتدهور الأنظمة البيئية وتدمير إنتاجيتها البيولوجية فى نهاية الأمر مع افتقاد الحياة الدائمة .

وفى مؤتمر الأمم المتحدة المعنى بالتصحر والذى عقد فى علم ١٩٧٧ تم تعريف التصحر بأنه « تناقص قدرة الإنتاج البيولوجى للأراضى وتدهوره ، وهو أمر يقضى فى نهايته إلى ظروف وسمات تشبه الصحراء ، والتصحر وجه من اوجه التدهور الشائع الذى تتعرض له النظم البيئية تحت وطأة الظروف المناخية المعاكسة والمتقلبة والاستغلال الزائد مجتمعة » . [١]

ويرى بعض المتخصصين أن الإنسان هو سبب التصحر وضحيته على حد سواء وتلك عملية متواصلة ومتسارعة فى إفريقيا وأسيا وأمريكا اللاتينية وفى كل مكان باستثناء أراضى المحاصيل المعتدلة فى أوروبا التى تقع على مشارف البحر الأبيض المتوسط ، وأمريكا الشمالية واستراليا .

أى أن التصحر هو تحول مساحات من سطح الأرض الخضراء (غابات – حشائش- مزارع) إلى صحارى لا تنتج ما يفيد الإنسان ، ويعرفه آخرون بأنه "طغيان الظروف الصحراوية بدرجات متفاوتة على الأراضى المنتجة ، مما يقلل من إنتاجيتها وفى النهايـــة قد يقضى تماماً على خصوبتها.[٢]

---

[١] تقرير اللجنة المستقبلية المعنية بالقضايا الإنسانية الدولية : مرجع سابق . ص١٧.

[٢] سعيد محمد رفاع : مرجع سابق .صص١٠٣ –١٠٤.

ويعتبر التصحر عملية اجتماعية وطبيعية من شأنها تخفيض خصوبة التربة وإنتاجيتها إلى المستوى الذى يجعلها تتصف بصفات الصحارى .

صور التصحر :

يأخذ التصحر عدة صور منها :

(١) انجراف الطبقة العلوية من التربة والصالحة للزراعة :

يحدث انجراف التربة نتيجة لعوامل طبيعية مثل التعرية الناتج عن حركة الرياح والسيول الجارفة ، بعد أن تكون التربة قد تفككت نتيجة الرعى الجائر ، أو الزراعة المتنقلة، وإزالة الغابات أو الجفاف ، أو بسبب هذه العوامل مجتمعة وعلى ذلك فإن انجراف طبقة التربة السطحية الخصبة يؤدى إلى تدهور الحياة النباتية فى المناطق التى يحدث فيها ذلك مما يؤدى إلى حدوث ظاهرة التصحر .

وقد يحدث التصحر نتيجة السلوك البشرى غير الرشيد ورغبة من بعض المزارعين فى الكسب السريع نتيجة تجريف الأراضى الزراعية لأعماق تصل إلى مترين أو ثلاثة أمتار وبيع الأتربة الناتجة عنها لأصحاب مصانع الطوب الأحمر وقد قاومت الدولة هذه الفئة من المزارعين وأصحاب مصانع الطوب بمجموعة من الضوابط منها تغريم أصحاب الأراضى المجرفة ، وضبط الآلات المستخدمة فى تجريف الأراضى ومصادرتها ورغم ذلك فلم يرتدع البعض فتم وضع حلول نهائية لهذا الأمر إذ ألزمت الدولة أصحاب الطوب الأحمر بتحويلها إلى

مصانع للطوب الطفلى تعتمد فى تصنيعه على الطفلة الرملية لا الطينية . كما جرمت قيام بعض المزارعين بعمل قمائن الطوب وبذلك وضعت حلول شبة نهائية لهذه المشكلة .

(٢) حركة الكثبان الرملية المتحركة:

يمكن أن يحدث التصحر نتيجة لحركة الكثبان الرملية المتحركة والتى تنقلها الرياح من مكان إلى آخر ، مما يجعلها سهلة التحرك بفعل الرياح ، وهذا الأمر ذو خطورة كبيرة على الأراضى الزراعية أو المدن والواحات القريبة من مناطق حركة الرمال ، حيث تهددها الرياح فقد تغطيها تماماً وهو ما حدث فى واحة الأحساء فى المملكة العربية السعودية مما دفع الدولة إلى الشروع فى القيام بمشروعات لحجز الرمال عن هذه الواحة الخصبة ،كذلك تتعرض موريتانيا خاصة مدينة نواكشوط لحظر زحف الرمال .كما يمكن أن يحدث التصحر أيضاً نتيجة لزيادة التحضر ،إذ أن ساكنى المدن الأفريقية والأسيوية يطبخون ويدفئون أنفسهم بالفحم النباتى ، وهم بذلك يلقون بالضغوط على موارد الخشب المحلى ، وقد تلاشت كلية غابات السنط التى كانت تحيط بمدينة الخرطوم فى عام ١٩٥٥، ولم يعد يوجد الآن سوى قطع أرض مخصصة للأشجار الخشبية داخل منطقة طولها ٩٠ كيلومترا ، وقد تضاءلت الغابــات حول نواكشوط فى موريتانيا ، نتيجة لنمو قدرة ١٥,٨% فى القطاع السكانى الحضرى ، فإزالة الغابات يساعد إلى زحف الكثبان الرملية وعواصف الغبار والتى تثير بدورها مشكلات بيئية وصحية أخرى .

(٣) تدهور الغطاء النباتى كماً وكيفاً :

ويحدث هذا الشكل من التصحر نتيجة التصرفات الإنسانية الخاطئة كقطع الشجار والرعى الجائر ، حيث تتناقص المساحات التى يغطيها النبات ، فقد حدث قطع للغابات كما سبق القول فى بعض المناطق ، وقد يحدث التدهور نتيجة حرائق الغابات كذلك .

ففى العالم العربى « والذى تبلغ مساحته ١٤٠١,٤ مليون هكتار نجد أن المساحة القابلة للزراعة تبلغ حوالى ٣٠٠ مليون هكتار وفى دول مجلس التعاون الخليجى والتى تبلغ مساحتها ٢٦٥,٨ مليون هكتار، نجد أن المساحة القابلة للزراعة تبلغ ٥٣,٠٦ مليون هكتار ، حيث تبلغ المساحة المزروعة منها بالفعل ٣,٢٩٥ مليون هكتار ، أما على مستوى المملكة العربية السعودية والتى تبلغ مساحتها ٢٢٥ مليون هكتار فإن المساحة القبلة لزراعة تبلغ ٥٢,٦٨٣ مليون هكتار أى ٢٣,٤١% من المساحة الإجمالية للملكة ، بينما تبلغ المساحة المزروعة منها حتى عام ١٩٩٠ م مساحته ١,٣٦٤ مليون هكتار أى ٢,٦% من المساحة الكلية للملكة » . [١]

هذا من ناحية تدهور الغطاء النباتى كميا أما من الناحية الكيفية فقد يكون هناك نباتات منزرعة ولكنها ليست ذات قيمة غذائية للإنسان والحيوان. ففى بعض الدول قد تكون زراعات مثل نبات المشروم وبعض

---

(١) محمد إبراهيم الوابل : الأراضى الزراعية ، فى : مجلة العلوم والتقنية ، السنة التاسعة، العدد السادس والثلاثون ، مارس ١٩٩٦. ص٥.

أنواع الخضر والفاكهة أقل بكثير فى قيمتها الاقتصادية ومردودها الاجتماعى إذا ما قورنت بنباتات أخرى مثل القمح والذرة بإعتبارها غذاءً رئيسياً للإنسان والحيوان وفى دول الخليج تناقصت النباتات ذات الفائدة الغذائية للحيوان مثل العرفج والثمام ، وهذا يقلل من القيمة الرعوية لهذه المناطق .

(٤) تحول الأرض المنتجة إلى أرض بور غير منتجة :

يعد انخفاض إنتاجية الأرض أو توقفها عن الإنتاج أحد صور التصحر والذى يمكن أن يحدث نتيجة لعدة أسباب منها :

أ- نقص كمية المياه سواء المياه الجوفية وتردى نوعياتها أو المياه السطحية المتمثلة فى انخفاض منسوب مياه الأنهار أو منسوب مياه المطر خلال فترة زمنية مما يؤدى إلى الجفاف والمشكلة معقدة وتشير إلى أن لها انعكاسات اقتصادية واجتماعية وصحية ، فالجفاف يؤدى إلى نقص الإنتاجية وقلة الغذاء اللازم للسكان مما يؤدى إلى انتشار الأمراض خصوصاً سوء التغذية والمجاعات وفى بعض الحالات يؤدى إلى عجز فى الخصوبة مما يؤثر على معدل الإنجاب وما يترتب عليه من سوء توزيع السكان فى بعض المناطق والهجرة إلى مناطق معينة مما يسبب خللاً فى توزيع السكان أيضا

ب- تملح الأرض نتيجة ريها بمياه مالحة وعدم استخدام نظام جيد لغسل الأملاح من التربة ، وتزداد خطورة ارتفاع ملوحة التربة إذا ما زاد التبخر ، نظر لارتفاع درجة الحرارة ، مما يزيد من تركيز الأملاح فى التربة ، كما تعانى بعض الأراضى المروية فى المناطق الجافة من التملح ، حيث تتكون طبقة كلسية صلبة من الأملاح على سطح التربة .

ج- كما يؤدى التغدق وهو التشبع بالمياه إلى ضعف إنتاجية الأراضى الزراعية والذى يحدث نتيجة اختناق وضعف تهوية التربة .

ونظر لأن جميع العوامل المسببة للتصحر مترابطة بصورة مشتركة، فإنها تدعم بعضها البعض ويكون لها تأثير قوى يسرع بحدوث التصحر، وفيما يلى نعرض بعض العوامل المسببة لظاهرة التصحر .

أسباب التصحر :

فيما يلى نعرض بعض العوامل المسببة لظاهرة التصحر كما يمكن تصنيفها لنوعين من الأسباب هى :

أولاً : عوامل ترجع إلى الظروف المناخية .

ثانياً : عوامل تراجع إلى السلوك البشرى .

وفيما يلى تفصيلها :

أولاً : عوامل مناخية :

المناخ هو إحدى نتائج دوران الأرض حول الشمس ، ومن الواضح أن هذا الدوران يتحكم فى ميل الأشعة الشمسية وفى طول النهار أو قصره وكلها أمور ذات تأثير كبير فى المناخ ، والمناخ تعبير عام يشمل مجموعة من العناصر هى درجة الحرارة ، والضغط الجوى . والكتل الهوائية وجميع مظاهر الرطوبة الجوية والتكاثف من أمطار وبرد وثلج وندى وغيرها ، وليس المناخ مجرد العناصر السابقة وإنما هو محصلة التفاعل بين هذه العناصر المختلفة ، إذا كل عنصر يؤثر على الآخر ويتأثر به .

فارتفاع درجة الحرارة فى بعض المناطق فى الوطن العربى وقلة الأمطار وتعاقب فترات الجفاف يجعل من هذه المناطق أكثر تأثراً من غيرها من أى تغير فى المناخ ، مما يساعد على استمرار اتساع دائرة التصحر .

ويعد الوطن العربى وأفريقيا من أكثر مناطق العالم تعرضاً ومعاناة من التصحر ، فقد عانت منطقة الساحل الأفريقى من فترات جفاف كثيرة جاءت فى سنوات : [١]

١٩١٢-١٩١٥، ١٩٢٣-١٩٢٧ ، ١٩٦٨-١٩٧٣، ١٩٨٠-١٩٨٥

كما أن دولاً أفريقية أصابتها موجات جفاف بعد عام ١٩٨٥ مازالت

---

(١) سعيد رفاع : مرجع سابق .ص ١٠٧ .

تعانى من آثارها حتى الآن وذلك بسبب المناخ السائد فيها والذى يتميز بقلة الأمطار الساقطة ، فتقل نسبة الرطوبة الجوية وترتفع درجة الحرارة مما يكون له آثار سيئة على الحياة النباتية لهذه المنطقة ، وهذا يؤدى بدوره إلى تناقص الكساء الخضرى وتدهوره فى النهاية ، ومن المعروف أن الغطاء النباتى الجيد يشكل عاملاً مساعداً على تكاثف السحب وسقوط الأمطار ، وهذا يؤدى إلى الجفاف الذى يؤدى بدورة إلى حدوث ظاهرة التصحر .

ثانياً : عوامل تراجع إلى السلوك البشرى :

وهذه العوامل لا تقل خطورة عن العوامل المناخية ومنها :

(١) الرعى الجائر وتبوير الأراضى الزراعية وتجريفها :

من التدخلات البشرية والتى تتسبب فى ظهور مشكلة التصحر أو زيادة حدتها الرعى الجائر والإسراف فى عمليات الرى خاصة فى المناطق المنخفضة التى تروى بنظم الرى بالغمر ، أو من خلال التبوير المتعمد للأراضى الزراعية خاصة فى المناطق المتاخمة للاستخدام السكنى فى الريف والمدن وذلك بهدف الكسب السريع من بيعها كأراضي للبناء .

كما تؤدى زيادة أعداد الحيوانات والماشية وظروف وعمليات الرعى غير المنتظم إلى تغيرات فى تركيب الكساء الخضرى مما يترتب علية زواله فى النهاية وهذا يؤدى بدوره إلى زحف الصحارى ، فالحيوانات التى تعتمد على العشب فى غذائها تبدأ بالتهام النباتات

المفضلة إليها ، ثم تتحول إلى النباتات الأخرى فتنكشف الطبقة السطحية من التربة وتصبح عرضه للانجراف بفعل عوامل التعرية المختلفة مثل الرياح والعواصف .

ومن التدخلات البشرية السلبية المؤثرة على إنتاجية التربة عمليات تجريفها لاستخدام مكوناتها كمواد خام لصناعة الطوب مثلما يحدث فى مصر من فئة غير واعية من الزراع وهو أمر يُفقد التربة خصوبتها تماما ، خصوصاً عندما تصل عمليات التجريف الى أعماق تتراوح بين ٢-٣ متر ولا تقتصر المخاطر على الأراضى التى تم تجريفها ، بل يتعدى ذلك إلى الأراضى المجاورة لها حيث تتعرض هى الأخرى إلى التعرية والتبوير حيث تبدو معلقة تنــشع مياه الرى منها باتجاه الأراضى المنخفضة لتتراكم فوقها .

(٢) إزالـــة الغابـــــات :

فى المناطق التى توجد بها الغابات . يحاول سكان هذه المناطق إزالة مساحات كبيرة من الغابات بقصد زراعتها بالمحاصيل الغذائية . وقد أدى تدخل الإنسان بهذه الصورة فضلا عن العوامل الأخرى مثل حرائق الغابات إلى زوال مساحات شاسعة من الكساء الخضرى . وبمرور الزمن فإن التربة تتفكك ، أو تتصلب بسبب النيران ، وفى كل الأحوال فإن مثل هذه المناطق تفقد إنتاجيتها ، وتتحول فى النهاية إلى مناطق صحراوية أو شبه صحراوية خالية من النباتات .

(٣) الزراعــة المتنـــقلة :

يلجأ بعض السكان إلى زراعة أماكن متفرقة تحاشياً لعدم نمو المحاصيل فى بعض هذه المناطق ، خصوصاً أن هذه المناطق شبة صحراوية والمطر بها غير منتظم ، فتخضع الزراعة فى هذه المناطق إلى تقلبات العوامل المناخية المسببة لسقوط المطر ، وفى الغالب تزرع المنطقة الواحدة مرة كل ٣-٥ سنوات وتترك فى حالة عدم سقوط المطر وهذا يجعل التربة هشة ومعرضة للانجراف الشديد نظرا لغياب أو ندرة الكساء الخضرى وبذلك تفقد الأرض خصوبتها وإنتاجيتها ، وتتحول فى النهاية إلى مناطق صحراوية أو شبة صحراوية خالية من النباتات. وبرغم هذا التصنيف لأسباب التصحر فإن هناك أسباب أخرى لهذه الظاهرة يمكن أن ترجع إلى العاملين معاً- الظروف المناخية - السلوك البشرى - ومنها انجراف التربة فقد يحدث انجراف التربة بواسطة عوامل التعرية مثل الرياح والسيول الجارفة ، بعد أن تكون التربة قد تفككت نتيجة الرعى الجائر ، أو الزراعة المتنقلة وإزالة الغابات أو الجفاف ، أو بسبب كل هذه العوامل مجتمعة ، الأمر الذى ينتج عنه فى النهاية تدهور الغطاء النباتى وحدوث ظاهرة التصحر .

أساليب مقاومة التصحر :

تطورت أساليب مقاومة التصحر الآن عن ذى قبل بسبب تطور العلم والتقنية ، وتطور أساليب المقاومة من أساليب بدائية إلى أساليب مستندة إلى العلم والتقنية مثل تطور أساليب فهم البيئة من خلال

الاستشعار من بعد Remote Sensing وأساليب حديثة فى توفير مياه الرى مثل الرى بالرش والرى بالتنقيط وأساليب مكافحة زحف الرمال وغيرها .

ويمكن تناول أساليب مقاومة التصحر فى الجوانب التالية :

(١) اتباع الأساليب العلمية الحديثة فى صيانة التربة والحفاظ عليها :

- ومن هذه الأساليب استخدام تقنية الاستشعار عن بعد فى مراقبة ومسح الأنظمة البيئية المختلفة ومعرفة مساحة التصحر، ومعرفة المناطق التى بحاجة إلى أقامه مشاريع للتحكم فى الفيضانات من سدود وخزانات مائية .
- تجفيف السبخات وحفر المصارف وتقنين المياه المستخدمة فى عمليات الرى حتى ينخفض منسوب المياه الجوفية والتى تعد السبب الرئيسى فى حدوث ظاهرة التغدق .
- تثبيت الكثبان الرملية وذلك عن طريق التثبيت الميكانيكى والذى يتم بإقامة مصدات للرياح من جريد النخل وبقايا النباتات أو رش مواد نفطية على الكثبان الرملية لزيادة درجة تماسكها والتى ترش فى العادة بعد سقوط المطر مباشرة والرمال ما تزال رطبة ومتماسكة وكذلك عمليات الشجير والتى تلعب دوراً كبيراً فى حماية التربة من الانجراف بواسطة الرياح

أو السيول ، بالإضافة إلى أنها تساعد على تحسين خصائص التربة وزيادة خصوبتها وصيانة الموارد المائية المتاحة ، ويراعى عند زراعة الأشجار بهدف صد الرياح ومقاومة جرف السيول للتربة اختيار التصميم المناسب المتمثل فى سمك قطاع المصد وارتفاعه وشكله ونفاذيته واختيار الأنواع المناسبة من الأشجار.

ومن المشروعات الناجحة لمقاومة زحف الكثبان الرملية مشروع تثبيت الكثبان الرملية بواحة الإحساء بالمملكة العربية السعودية والتى أوقفت حركة الكثبان الرملية باتجاه الأراضى الزراعية ، ومن المشاريع المشابهة وإن كانت أقل فى جودتها فى السودان وفى واحة سيوة والساحل الشمالى بمصر وفى دول المغرب العربى .

(٢) توعـية المواطنـين وتثقيفهم بأفضل أساليب الزراعة والرى والرعى :

ويتم ذلك باتباع إجراءات منها :

- توعية المزارعين وسن القوانين التى تمنع ممارسة الزراعة وعمليات الحرث فى المناطق الجافة وشبه الجافة ، وذلك لأنها تعد من أهم أسباب التصحر ، ومن أمثلة ذلك ما حدث فى سوريا حيث أصدرت قانوناً يحظر حراثة الأراضى التى يقل مطرها السنوى عن ٢٠٠ مليمتر وكان من نتيجة ذلك أن

تركت مساحة ٦٠٠ ألف هكتار من الأراضى الزراعية لتمارس بها حرفة الرعى وذلك خلال الفترة من عام ١٩٦١-١٩٧٥.

- توعية المزارعين باستخدام أساليب الرى الحديثة فى المناطق المختلفة وخصوصاً المناطق الصحراوية وشبه الجزيرة الصحراوية لتوفير المياه اللازمة للزراعة والحد من مشكلة تملح التربة.
- اتباع الأساليب العلمية المنظمة لعملية الرعى مثل وقف الرعى المبكر وإتباع الرعى الدورى والمتناوب بين منطقة وأخرى لإعطاء الفرصة لنباتات للتكاثر والنمو .

(٣) المحافظة على الموارد المائية المتاحة وحسن استثمارها :

ويتم ذلك من خلال اتباع بعض الإجراءات منها:

- إقامة السدود لحجز وتنظيم مياه السيول والتى كثيرا ما تضيع فى الصحراء مثل وادى نجران التى كانت تضيع فى رمال الأحقاف بالربع الخالى قبل بناء سد نجران بالسعودية ، أو التى كانت تضيع فى البحر مثل مياه الأودية المتحدة من سروات عسير وكذلك السدود المقامة على وادى العريش بسيناء والكثير من الأودية بالصحراء الشرقية والأودية القصيرة المنحدرة من حافة الدفة شمال الصحراء الغربية بمصر .

- البحث عن موارد مياه جديدة باستخدام تقنيات الاستشعار من بعد فى البحث عن مصادر المياه الجوفية وهو أمر متبع حالياً فى صحارى مصر

(٤) إقامة محطات أبحاث : تكون مهمتها دراسة التصحر والأسباب المؤدية وحساب التكاليف اللازمة لمقاومة عوامل التصحر لتشكل قاعدة معلومات وبيانات تساعد المهتمين بهذا المجال ومتخذى القرار فى هذا الخصوص .

(٥) توفير الدعم المادى : فى الموازنة العامة للدولة لمقاومة هذه الظاهرة وفى الخطط الاقتصادية المختلفة .

(٣) مشكلة استنزاف الثروة النباتية والحيوانية وانعكاساتها المختلفة :

يعتمد الإنسان على النباتات والحيوانات فى توفير كثير من حاجاته الغذائية ، ويفترض انه يحاول استغلال هذه الموارد بطريقة منتظمة ليضمن تلبية احتياجاته وزيادة الإنتاج من خلال الإمكانات المتاحة. وبرغم ذلك فكثيراً ما يتدخل الإنسان فيحدث اختلالاً فى التوازن البيئى ، فعلى سبيل المثال : يتدخل الإنسان لتطهير منطقة غابية من أشجارها ليعدها للزراعة ، فيحرق أو يقطع ويحتث أشجارها وبالتالى يلحق الضرر بالحياة البرية التى تسهم فى إضافة المواد العضوية إلى التربة ، وإزالة الغابات يؤدى إلى تغير المناخ وإلى جرف التربة لأن سقوط

الأمطار الغزيرة على التربة مباشرة دون وجود أشجار يؤثر على التربة نتيجة لاصطدام قطرات المطر مع التربة العادية ،مما يؤدى إلى تفكيكها وجرفها بسبب عدم وجود نباتات تحد من سرعة اندفاع المياه وعدم وجود جذور نباتات تثبت التربة

وقد أشار تقرير برنامج البيئة الصادرة عن الأمم المتحدة فى مايو ١٩٩١ والذى استعرض بعض المؤثرات ذات الدلالة الخطيرة منهـــا : [١]

- إن ستة ملايين هكتار على الأقل من الأراضى الزراعية تتحول إلى صحارى لا قيمة لها، بسبب قطع الأشجار واتباع أساليب بدائية فى استغلالها .
- ما يدمر من الغابات سنويا يصل إلى أحد عشر مليون هكتار تحول إلى أراض زراعية محددة الإنتاج وفى سبيلها إلى التصحر.

عوامل استنزاف الثروة النباتية والحيوانية :

تتعدد العوامل والظروف المؤدية إلى استنزاف الثروة النباتية والحيوانية ويمكن حصرها فى :

(١) عوامل طبيعية
(٢) عوامل بشرية

---

[١] محمد محمود محمدين ، طه عثمان القرا . مرجع سابق.

وسنتناولها بشيء من التفصيل :

(١) العوامل الطبيعية :

تتعدد العوامل الطبيعية المسئولة عن استنزاف وهلاك النباتات والحيوانات ويمكن عرضها فى :

(أ) الجفاف والسيول والفيضانات :

يؤثر الجفاف تأثيراً كبيراً على حياة الكائنات الحية الحيوانية والنباتية، بل أنه يؤدى إلى تأثيرات اجتماعية واقتصادية تؤثر على ساكنى هذه المناطق وأنشطتهم وربما هجرتهم من مكان إلى آخر وتغير فى الكثافة فقد تعرضت بعض الدول العربية لدفعات متتالية من الجفاف كان لها تأثيرات بالغة على الثروة النباتية والحيوانية وحياة السكان كذلك ، فقد تعرضت المغرب إلى ٤١ جفافاً فى الفترة من أوائل القرن التاسع عشر حتى عام ١٩٠٠ ، كما شهدت الفترة ١٩١٢ إلى عام ١٩٩٠ نوبات متتالية من الجفاف بلغ عددها ما بين ٢٠ إلى ٢٥ نوبة جفاف أثر على الحياة الاجتماعية والاقتصادية وخاصة أن ٧٠% من المحاصيل الزراعية بالمغرب تعتمد على المطر.[١]

وتعد دول الساحل الأفريقى (موريتانيا ومالى والنيجر وبوركينا فاسو وتشاد والسودان) من الدول التى تعرضت كثيرا لكوارث الجفاف .

---

[١] محمد صبرى محسوب ، محمد إبراهيم ارباب : مرجع سابق . ص١١٣.

وقد تعرضت مصر لمخاطر الجفاف خصوصاً فى عام ١٩٧٩ ، وبالنسبة للملكة العربية السعودية فقد تعرضت لنوبات متتالية من الجفاف والقحط على مرات متعددة .

ومن مخاطر الجفاف التى تعرضت له بعض الدول قلة الغذاء وموت الحيوانات وهلاك النباتات ووفاة أعداد كبيرة من السكان نتيجة للقحط الشديد، وقد نتج عن كوارث الجفاف فى بعض دول أفريقيا خسائر بشرية قدرت بموت أكثر من مائة ألف نسمة وقدرت خسائر الثروة الحيوانية بالملايين ، فقد خسرت دولة مالى ما بين ٥٠ ، ٨٠% من حيواناتها ووصلت نسبة الخسارة فى النيجر إلى ٨٠% وفى تشاد إلى ٩٠% ، كما انخفضت نسبة الإنتاجية الزراعية انخفاضاً ملحوظاً وذلك بنسبة تصل إلى ٣٥% . (١)

وبالنسبة لمصر فقد تعرضت لنوبات من نقص المياه متمثل فى احتباس أو نقص كمية المطر ، وذلك خلال عام ١٩٧٩ ، ثم تلى ذلك فيضانات متوسطة وفوق متوسطة خلال المواسم التالية فى أعوام ٨١/ ١٩٨٢ ، ٨٥/١٩٨٦ ثم فيضانات زائدة فى سنوات التسعينات ، كما تعرضت دول القرن الإفريقى لنوبات جفاف شديدة خاصة أثيوبيا والصومال، كما تعرضت دول من الجزيرة العربية لجفاف شديد أيضا خاصة المملكة العربية السعودية .

---

(١) نفس المرجع السابق . ص ١١٤ .

كما تعرضت السودان خلال الفترة من ١٩٨٢-١٩٨٤ لجفاف شديد ترتب عليه تدمير خطير للأراضى الجافة ، وجفاف لنباتات المراعى ونفوق نحو ٥٠%) من ثروة دارفور الحيوانية وإتلاف المحاصيل الزراعية فى الشمال والجنوب من ولاية دارفور السودانية ، وارتبط ذلك بتعرض التربة للتعرية وحدوث مجاعات وحالات وفيات مع هجرة بشرية من الأجزاء المتضررة إلى مناطق أخرى ، وقد حدث ترحال مع حيواناتهم مثلما حدث مع الرعاة فى دارفور ومناطق الغرب-الكبابيش وزغاوة ، وذلك باتجاه منطقة بحر العرب ورحلت قبائل أخرى أكثرها إلى الجنوب والبعض تحول إلى عمالة يومية فى المدن الكبيرة بعد أن فقدوا ثرواتهم الحيوانية .

(ب) حرائق الغابات :

تتكرر ظاهرة الحرائق بشكل نسبى منتظم فى المراعى والأحراش والغابات ، وقد يكون وراء حدوثها أسباب طبيعية لا دخل للإنسان فيها أهمها تولد حرارى نتيجة تراكم بقايا النباتات مع تواجد قطع زجاجية أو بقايا صفيح مما يجعلها تعمل على تركيز أشعة الشمس وتعمل عمل العدسات فى تركيـز الأشعة الشمسية ومع الحرارة الشديدة تنشأ الحرائق .

وقد تتسبب الحرائق عن صواعق وشهب ، أو نتيجة لانفجارات بركانية مثلما حدث فى بركان بيللى ، وقد تكون حرائق الغابات راجعة إلى سلوك بشرى متعمد من قبل الإنسان لتحويل الغابات إلى أراضى

زراعية أو البناء عليها ، الأمر الذى يترتب عليه موت إعداد كبيرة من الحيوانات والحشرات وتشريد البعض الآخر بالإضافة إلى هلاك النباتات أصلاً .

جـ-انتشار الآفات وهجوم الجراد :

تعد الآفات من الأسباب المباشرة والأساسية فى الكثير من الأضرار البالغة بالغابات وما بها من كائنات أخرى ؛ ففى عام ١٩٧٢ قدر ما أودت به جماعات الجراد وغيرها من الحشرات من الغابات حوالى ١٥٠ ألف هكتار ، وفى غابات نيوانجلاند فى الولايات المتحدة الأمريكية والتى تغطى ٢٦ مليون فدان قضت الحشرات الضارة عام ١٩٩٣ على ما يقرب من ربع مليون فدان منها .[١]

ويعد الجراد من أشد أنواع الحشرات فتكا بالمحاصيل الزراعية التى يهاجمها فى حقولها ، ولا توجد حشرة أخرى تماثلها فى فداحة الخسائر الاقتصادية والبيئية التى تتسبب عنها مما يجعلها ترتبط بأخطار تصل إلى حد الكارثة ، وذلك فى المناطق التى تتعرض لها ، فقد تتسبب فى حدوث مجاعات من شأنها أن تقضى على الأخضر واليابس . وتمكن خطورة الجراد كذلك فى صعوبة ملاحقته والقضاء على أسرابه حيث لا يمكن ملاحقته خارج حدود الدولة التى يهاجمها .

وبرغم الجهود التى تبذل لمقاومة الجراد من الدول التى يهاجمها وبالتعاون مع بعض المنظمات ذات الصلة مثل منظمة الأغذية والزراعة

---

[١] سعيد محمد رفاع : مرجع سابق . ص ٩٧ .

العالمية (FAO) إلا أنه مازال يمثل خطورة شديدة ولم يتم القضاء عليه بشكل فعال وقد يرجع ذلك إلى ما يتصف به الجراد من قدرة شديدة على الطيران لمسافات طويلة فى أسراب ضخمة وسرعة انتقاله وتحركه من مكان إلى آخر وتميزه للنباتات الصالحة للأكل وغير الصالحة ، فالجراد يمتنع عن أكل نبات العشار غير الصالح لتغذية حيوانات الرعى ، وتكاثره فى ظروف طبيعية متباينة .

(٢) العوامـــل البشريـــة :

تعد العوامل البشرية مسئولة عن استنزاف كثير من ثروات البيئة الحيوانية والنباتية ويتمثل ذلك فى :

(أ) الصيد والرعى الجائر :

إن أى تغير فى أحد مكونات النظام البيئى يؤد إلى تغير مباشر أو غير مباشر فى المكونات الأخرى مما قد يؤدى إلى القضاء على التوازن البيئى ، فمثلاً القضاء على الحيوانات المفترسة بالمبالغة فى صيدها يؤدى إلى زيادة غير طبيعية فى آكلات الأعشاب ،مما قد يؤدى إلى تدهور الغطاء النباتى وبالتالى إلى انجراف التربة والفيضانات .

(ب) القطع المتعمد للغابات وإزالتها :

بالإضافة للأضرار التى سبق ذكرها عن إزالة الغابات وتدميرها كذلك انجراف التربة الذى ربما ينتج عنه التصحر ومخاطره التى سبق الحديث عنها .

الإجراءات الوقائية لحماية الثروة النباتية والحيوانية من الاستنزاف والتدهور :

من هذه الإجراءات :

(١) عمل مسح شامل لخصائص المناطق التى تعرضت للجفاف وتحديد إمكاناتها الحقيقية وتنظيم مناطق الرعى والزراعة فى دورات محددة.

(٢) إعادة توزيع المزارعين والرعاة بشكل يسمح بتوطينهم فى المناطق التى تهطل عليها كميات مناسبة من الأمطار .

(٣) المراقبة الدائمة للغابات بغرض التعرف على ظروفها البيئية ومكافحة الآفات عند ظهورها ، ومكافحة حرائق الغابات عن طريق تقسيمها إلى قطع ومناطق متجاورة بينها فواصل تحد من انتشار النيران والأوبئة .

(٤) إعادة حصر وتحديد مناطق المحميات وتنظيم عمليات الصيد ووضع الضوابط المحددة لمواعيد وأماكن الصيد وأساليبه .

(٥) التوعية فى المناهج الدراسية المختلفة ووسائل التثقيف والإعلام بأهمية الثروة الحيوانية والنباتية وكيفية المحافظة عليها من قبل الأفراد والهيئات المختلفة فى المجتمع .

(٤) مشكلة تآكل طبقة الأوزون

مقدمـــة :

لعله من الملاحظ أن المشكلات البيئية متداخلة ومتفاعلة فى معظمها بمعنى أن إحدى المشكلات يمكن أن تسبب فى حدوث مشكلة معينة وفى الوقت نفسه هى نتيجة لمشكلة ثالثة وهكذا وإن كنا نتناول كل مشكلة هنا بشكل مستقل فهذا لا يعنى انفصال هذه المشكلات ومتراتباتها ومسبباتها عن غيرها من المشكلات ولكن الهدف هنا هو التأكد ومزيد من التعمق فى دراستها بغية التحكم فيها والسيطرة عليها والحد منها ، ومن المشكلات البيئية التى برزت فى الأعوام الأخيرة ونالت اهتماماً كبيراً من المهتمين بشئون البيئة وغيرها مشكلة تآكل طبقة الأوزون.

أبعاد مشكلة طبقة الأوزون :

بدأ الاهتمام بما عرف بثقب الأوزون منذ عام ١٩٨٥ عندما أعلن العلماء الإنجليز فى دراستهم عن القارة القطبية الجنوبية أن مقادير الأوزون فى طبقة الستراتوسفير فوق خليج (هالى) قد انخفضت بنسبة تتجاوز ٤٠% بين عامى ١٩٧٧، ١٩٨٤ نظمت بعثة الأوزون الوطنية من قبل وكالة ناسا الأمريكية (NASA) ، وقد بين التحليل الأولى للمعلومات أن الثقب بالغ التعقيد وأن هناك مزيجاً من العمليات الديناميكية والكيميائية مع وجود كميات ضخمة من أكسيد الكلور على

ارتفاع ١٨ كيلو متر وهى كافية لتدمير طبقة الأوزون إذا ما وصل تركيزه إلى جزء فى البليون ، ووجد أن تركيزه أكبر خمسمائة مرة من تركيزه فوق المناطق المعتدلة عند نفس الارتفاع .

كما توصلت الدراسات إلى وجود استنزاف لغاز الأوزون مما ينذر بالخطر على مستوى العالم إذ تقلصت طبقة الأوزون بمعدل (٢,٥%) خلال العقد الماضى ، وترجع الدراسات السبب فى ذلك إلى زيادة معدلات مركبات الكلورفلوروكربون الناتجة من الاستخدامات البشرية المختلفة .

ومن خصائص غاز الأوزون (O_3) بأنة سام للإنسان فى الطبقة الملابس لسطح الأرض لو وجد بتركيز ضعيف وله رائحة مميزة والتعرض له من قبل الإنسان يؤدى إلى التهاب العيون والحنجرة والرئتين وضعف القدرة العقلية .

وبرغم ذلك فإنه ضرورى للمياه على كوكب الأرض لأنه يقوم بحمايتها من الأشعة البنفسجية الموجودة فى ضوء الشمس ، كما أنه يمكن استخدامه فى الصناعة كمادة مبيضة .

وهناك بعض الغازات التى تسبب تلوث البيئة نتيجة لزيادة غاز الأوزون فى الغلاف الجوى حيث يتفكك ثانى أكسيد النيتروجين (NO_2) تحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية وينتج (NO) أول أكسيد النيتروجين (NO) والأكسجين الذرى (O) والذى يتفاعل بدوره مع الأوكسجين الجزيئى (O_2) مكونا الأوزون (O_3) .

ونظراً لخطورة المشكلة فقد عقدت مؤتمرات ولقاءات دولية تهدف إلى حماية طبقة الأوزون منها مؤتمر مونتريال ١٩٨٧ الذى أصدرت بروتوكول مونتريال والذى ضم ممثلين لـ (٣١) دولة من أوربا وأمريكا الشمالية وتم الاتفاق على الحد من استهلاك مركبات الكلوفلوركربون للوصول إلى مستوى عام ١٩٨٦ فى منتصف عام ١٩٨٩، يليه خفض فى استهلاك هذه الغازات بمقدار ٢٠% فى منتصف عام ١٩٩٣ ، (٣٠%) أخرى فى منتصف عام ١٩٩٨ .

الأضرار المترتبة على تآكل طبقة الأوزون :

يعمل الأوزون على حماية الأرض والكائنات الحية التى تعيش عليها من أضرار الأشعة فوق البنفسجية الضارة وعند تآكل طبق الأوزون تزيد نسبة هذه الأشعة وبالتالى تحدث الكثير من الأضرار على سطح الأرض ومنها :

أ- ارتفاع نسبة الإصابة بسرطان الجلد .

ب- تقوم هذه الأشعة بإعاقة المناعة الطبيعية للجسم مما يجعله معرض للإصابة بالأمراض الفيروسية والأورام .

ج- انتشار الأمراض الوراثية نتيجة للتغيرات الكيميائية فى الأحماض النووية (RNA, DNA) بفعل الأشعة الفوق بنفسجية

تدمير البلاتكتون والذى يعد الأساس فى غذاء الكائنات الحية فى البحار والمحيطات .

المراجـــــع

المراجـــــع

(١) أحمد عبد القادر المهندس : " ملامح من تلوث الهواء فى المملكة العربية السعودية " ، فى : وقائع ندوة البيئة وحمايتها من التلوث فى أقطار الخليج العربى ، مكتب التربية العربى لدول الخليج ، إدارة العلوم، الكويت ٢٢-٢٥ صفر ١٤٠٧ ، ٢٥-٢٨ تشرين أول ١٩٨٦.

(٢) أحمد مدحت إسلام : **التلوث مشكلة العصر** ، ط١ ، سلسلة عالم المعرفة ، مطابع السياسة ، الكويت ، ١٩٩٠.

(٣) المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم : **مرجع فى التعليم البيئى لمراحل التعليم العام** ، تونس ، ١٩٨٧.

(٤) اليونسكو ، معهد اليونسكو للتربية بهامبورج – ألمانيا الإتحادية ، فى : البرنامج الدولى للتربية البيئية المشترك بين اليونسكو وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة ، **سلسلة التربية البيئية** ١٧ ، " دراسة مسحية مقارنة حول دمج التربية البيئية بالمناهج الدراسية " ، ١٩٩٥.

(٥) تقرير اللجنة المستقلة المعنية بالقضايا الإنسانية الدولية : **التصحر** ، أعد الترجمة : مركز الأهرام للترجمة والنشر، مؤسسة الأهرام، القاهرة ، ١٩٨٦.

(٦) حسن أحمد شحاته : **التلوث البيئى فيروس العصر** ، **المشكلة أسبابها وطرق مواجهتها** ، ط١ ، القاهرة ، دار النهضة العربية للطباعة والنشر والتوزيع ، ١٩٨٨.

(٧) رمضان عبد الحميد الطنطاوى : **المفاهيم والقضايا البيئية التى يجب أن يلم بها طلاب المدرسة الثانوية العامة بالمملكة العربية**

السعودية ودور مناهج العلوم فى إكسابها لهم وتنمية اتجاهاتهم نحو البيئة ، مجلة كلية التربية بدمياط ، العدد ١٦ ، الجزء الثانى ، يناير ١٩٩٢.

(٨) رمضان عبد الحميد الطنطاوى . سعيد محمد سعيد رفاع : المفاهيم والاتجاهات البينية لدى تلاميذ المرحلة المتوسطة بالمملكة العربية السعودية، الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس . المؤتمر العلمى الرابع . نحو تعليم أساسى أفضل . القاهرة . ٣-٦ اغسطس ١٩٩٢م . ٤-٧ صفر ١٤١٣هـ.

(٩) سعيد محمد رفاع : قضايا معاصرة فى التربية البينية ط١ . جده . مطابع الثغر . ١٩٩٤.

(١٠) طاهر شاش : مفاوضات التسوية النهائية والدولة الفلسطينية . الآمال والتحديات، ط١، القاهرة . دار الشروق . ١٩٩٩.

(١١) عبد الحكيم بدران : زحف الرمال . آثاره السلبية وطرق مكافحته . مجلة العلوم والتقنية . الرياض . العدد السادس . ربيع الأخر . ١٤٠٩هـ.

(١٢) محمد السيد ارناؤوط : الإنسان وتلوث البيئة . ط٣ . القاهرة . الدار المصرية اللبنانية، ١٩٩٧.

(١٣) محمد السيد أرناؤوط : التلوث البيئى وأثره على صحة الإنسان . ط١ . القاهرة . الدار العربية للطباعة والنشر والتوزيع . ١٩٩٧.

(١٤) محمد إبراهيم الوابل : الأراضى الزراعية . فى : مجلة العلوم والتقنية . السنة التاسعة . العدد السادس والثلاثون ،مارس ١٩٩٦.

(١٥) محمد عبد القادر الفقى : البيئة : مشاكلها وقضاياها وحمايتها من التلوث ، رؤية إسلامية ، القاهرة ، مكتبة ابن سينا ، ١٩٩٣.

(١٦) محمد عبد الحميد بسيونى : غزو الصحراء ، القاهرة ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، ١٩٧٩.

(١٧) محمد محمود محمدين ، طه عثمان الفرا : المدخل إلى علم الجغرافيا ، ط٣ ، الرياض ، دار المريخ ، ١٩٩٣.

(١٨) محمد عبدو العودات، عبد الله يحيى باصهى : التلوث وحماية البيئة ، الرياض ، عمادة شئون المكتبات ، جامعة الملك سعو ، ١٩٨٥.

(١٩) محمد صبرى محسوب ، محمد إباهيم أرباب : الأخطار والكوارث الطبيعية ، الحدث والمواجهة – معالجة جغرافية ، ط١ ، القاهرة ، دار الففكر العربى ، ١٩٩٨.

(٢٠) محمود متولى : الأمن المائى العربى فى مواجهة التحديات الخارجية ، دراسة مقدمة لمؤتمر أعلام دمياط الثالث عشر ، كلية التربية بدمياط ، ٧-٨ مايو ٢٠٠٠ ،.

(٢١) منى قاسم : التلوث البينى والتنمية الاقتصادية ، ط٣ ، القاهرة ، الدار المصرية اللبنانية ، ١٩٧٧.

(٢٢) يوسف زين العابدين زنيل : الحرب العراقية الإيرانية ومشكلة التلوث البحرى فى الخليج العربى ، مجلة التعاون ، الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربى ، السنة الرابعة ، العدد الخامس عشر ، صفر ١٤٠٧هـ.

(23) International workshop on Environmental Education, Belgrade, 13-22 October 1975. Final Report. Paris, UNESCO, 1976.

(24) Koren, H. and Bisesi, M. : Hand Book of Environmental Health and Safety, U.S.A., Lewis publishers, 1995.

(25) Marien, Michael, : Environmental issues an Sustainable future : A critical Guide to Recent Books, Reports, and periodicals, A "Future Survey Guide book 1996.

(26) Mitchell, J.K. et al : A Contextual Model of Natural Hazards, Gazards, Georgre Review, Oct. Vol. 79. No. 9. 1989.

(27) Palmer, J. A. : Environmental Education in the 21st Centrury, London, Routledge, 1998.